ZEE- EN RIVIERWERKEN

DOOR P. J. COLIJN

N.V. UITGEVERSMAATSCHAPPIJ VOORHEEN VAN MANTGEM EN DE DOES AMSTERDAM

ANT KURVERS 21

THEORIE EN PRACTIJK

EEN SERIE STUDIEBOEKEN
TEN DIENSTE VAN TECHNICI

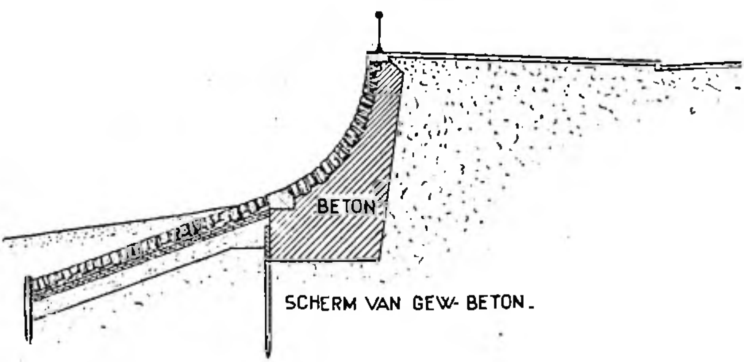
N.V. UITGEVERS-MAATSCHAPPIJ VOORHEEN
VAN MANTGEM & DE DOES — AMSTERDAM

ZEE- EN RIVIERWERKEN

DOOR

P. J. COLIJN

LEERAAR M. T. S. TE UTRECHT



N.V. UITGEVERS-MAATSCHAPPIJ VOORHEEN
VAN MANTGEM & DE DOES — AMSTERDAM

INHOUD.

EERSTE GEDEELTE.

DE ZEEWERKEN.

HOOFDSTUK I.

De zee en de kust.

HOOFDSTUK II.

Bescherming en verdediging van duinen en dijken.

HOOFDSTUK III.

Strandverdediging.

HOOFDSTUK IV.

Peilschalen, strandmetingen, peilingen.

HOOFDSTUK V.

Onderzeesche oeververdediging.

HOOFDSTUK VI.

Oevervallen, oeverafschuivingen en dijkdoorbraken.

HOOFDSTUK VII.

Inpolderingen.

HOOFDSTUK VIII.

Dijk- en oeverwerken van gewapend beton.

HOOFDSTUK IX.

Werken ten dienste van de scheepvaart.

HOOFDSTUK X.

Voorzieningen tegen den paalworm, enz.

TWEEDE GEDEELTE.

RIVIEREN EN RIVIERWERKEN.

HOOFDSTUK XI.

Rivieren in 't algemeen.

HOOFDSTUK XII.

De hoofdrivieren van ons land.

HOOFDSTUK XIII.

Normaliseering van rivieren.

HOOFDSTUK XIV.

Rivierdijken.

HOOFDSTUK XV.

Verdediging van rivieroevers en -dijken.

HOOFDSTUK XVI.

Kribben en strekdammen. Baggerwerk.

HOOFDSTUK XVII.

Peilingen en afvoermetingen.

HOOFDSTUK XVIII.

Kanaliseering van rivieren.

HOOFDSTUK XIX.

Rivierhavens

VOORWOORD.

Bij het samenstellen van dit werkje stelde ik mij ten doel, in een klein bestek bijeen te brengen het voornaamste, dat een middelbaar-technicus behoort te weten van zee- en rivierwerken.

Door rekening te houden met de taak, die den aanstaanden Waterbouwkundige wacht, en door de stof systematisch in te deelen, meende ik het geschikt te maken voor het gebruik op Middelbare Technische Scholen, benevens voor hen, die zich bekwamen voor het examen van Technisch Ambtenaar van den Rijks-Waterstaat of voor dat van Waterbouwkundig Opzichter.

In verband hiermede zijn sommige begrippen en constructies tot in détails behandeld, terwijl van andere slechts een algemeen overzicht werd gegeven.

Het hoofdstuk over de toepassing van het gewapend beton bij zee- en rivierwerken. is in hoofdzaak ontleend aan: „Dijk- en Oeverwerken van gewapend beton", door Ir. Jhr. R. R. L. de Muralt, door wiens vriendelijke bemiddeling de Uitgevers in het bezit kwamen van de voor dat hoofdstuk benoodigde cliché's.

Utrecht, Juli 1921. P. J. COLIJN.

EERSTE GEDEELTE.

DE ZEEWERKEN.

VERBETERING.

Op blz. 55, 5e regel v. o. staat: minstens 0.30 M.; moet zijn: minstens 0.90 M.

Op blz. 209, 7e regel v. o. staat: Tusschen de Maas en den Rijn; moet zijn: Tusschen *den Rijn* en de Maas.

... de zeespiegel tweemaal laag en tweemaal hoog is.

De lage stand heet „eb", terwijl de hooge stand „vloed" wordt genoemd.

Door allerlei oorzaken loopen de hoogten der vloed- en ebstanden, ook onder normale omstandigheden, vrij sterk uiteen; men neemt daarom als hoogwater (H. W.) op een bepaalde plaats aan het gemiddelde der waterhoogten tijdens den vloed over een tijdvak van tien jaar. Alleen de waarnemingen gedurende de zes zomermaanden van ieder jaar worden gebezigd tot het vaststellen der gemiddelden, omdat de winterstanden te veel schommelingen vertoonen.

Het gemiddeld laagwater (L. W.) wordt op dezelfde wijze bepaald.

Volzee (V. Z.) of middelbare vloed (M. V.) beteekent hetzelfde als H. W.

De verklaringen van het verschijnsel zijn allesbehalve eensluidend, en bij onderlinge vergelijking springt duidelijk in het oog, dat er verschillende onbekende of slechts gedeeltelijk bekende factoren zijn, die min of meer hun invloed doen gelden; deze maken het onmogelijk, een verklaring te geven, die in alle opzichten met de feiten strookt.

Een verklaring, die door velen wordt aanvaard, is — in 't kort — de volgende.

EERSTE GEDEELTE.

DE ZEEWERKEN.

HOOFDSTUK I.

DE ZEE EN DE KUST.

§ 1. Eb en vloed. Ons land wordt aan de west- en aan de noordzijde door de zee begrensd en is voor een groot gedeelte door de zee gevormd. Het kan dus niet anders, of de eigenschappen van de zee hebben grooten invloed op de wijze, waarop onze kust tegen haar aanvallen wordt verdedigd.

Het belangrijkste verschijnsel, dat we met betrekking tot de zee langs onze kusten waarnemen, is dat der getijden, meer algemeen bekend onder den naam van „eb en vloed", hetwelk hierin bestaat, dat in een periode van 24 uur en 50 minuten de zeespiegel tweemaal laag en tweemaal hoog is. De lage stand heet „eb", terwijl de hooge stand „vloed" wordt genoemd.

Door allerlei oorzaken loopen de hoogten der vloed- en ebstanden, ook onder normale omstandigheden, vrij sterk uiteen; men neemt daarom als hoogwater (H. W.) op een bepaalde plaats aan het gemiddelde der waterhoogten tijdens den vloed over een tijdvak van tien jaar. Alleen de waarnemingen gedurende de zes zomermaanden van ieder jaar worden gebezigd tot het vaststellen der gemiddelden, omdat de winterstanden te veel schommelingen vertoonen.

Het gemiddeld laagwater (L. W.) wordt op dezelfde wijze bepaald.

Volzee (V. Z.) of middelbare vloed (M. V.) beteekent hetzelfde als H. W.

De verklaringen van het verschijnsel zijn allesbehalve eensluidend, en bij onderlinge vergelijking springt duidelijk in het oog, dat er verschillende onbekende of slechts gedeeltelijk bekende factoren zijn, die min of meer hun invloed doen gelden; deze maken het onmogelijk, een verklaring te geven, die in alle opzichten met de feiten strookt.

Een verklaring, die door velen wordt aanvaard, is — in 't kort — de volgende.

Eb en vloed worden veroorzaakt door de aantrekkingskracht van de maan en de zon op den zeespiegel; zoodat de zeeoppervlakte op een bepaalde plaats als het ware wordt opgeheven, welke verhooging zich, in verband met de beweging van de aarde, geleidelijk van Oost naar West voortplant.

We zien echter langs onze kust juist het tegenovergestelde gebeuren: de vloedgolf verplaatst zich van het Zuiden naar het Noorden en t. N. van Texel van het Westen naar het Oosten.

Dit vindt hierin zijn oorzaak, dat er op de Noordzee geen rechtstreeksche opheffing plaats vindt, daarvoor is de oppervlakte te klein; maar de vloedgolf, die in den Atlantischen Oceaan gevormd wordt, komt door het Kanaal en het Nauw van Calais de Noordzee binnen en plant zich daar over een steeds grooter wordende oppervlakte langs onze kust en de Engelsche Oostkust voort.

Deze vloedgolf komt echter niet alleen het Kanaal binnen, maar beweegt zich ook langs de Westkust van Engeland in Noordelijke richting voort en komt zoo, om Ierland en Schotland heen, weer in de Noordzee.

Uit den aard der zaak is deze golf, het z.g. „*Noordtij*", veel minder krachtig dan de eerstgenoemde, het z.g. „*Zuidtij*", omdat ze een veel langeren weg heeft afgelegd, en vooral, omdat ze niet zooals het Zuidtij tusschen twee elkaar betrekkelijk dicht naderende kusten wordt voortgestuwd.

Door deze twee vloedgolven, die in de Noordzee optreden, is het verschijnsel verklaard, dat er in 't Noorden van ons land tweemaal hoogwater kan ontstaan, eerst door het Zuidtij en later door het minder krachtige Noordtij.

Het komt echter wel voor, dat door verschillende omstandigheden de hoogwaterstand, veroorzaakt door het Noordtij, even hoog of zelfs hooger is dan die, welke door het Zuidtij wordt teweeggebracht.

Bij Helder is dit dubbel hoogwater duidelijk waarneembaar; de hooge standen komen 3 à 4 uur ná elkaar, tusschen deze treedt een tijdelijke verlaging in van 8 à 10 cM.

Eveneens door de werking der twee getijden, treedt er meer Zuidelijk langs onze kust, tweemaal achtereen laagwater op, hetgeen o. a. aan den Hoek van Holland is waar te nemen. Ná hoogwater daalt de zeespiegel daar tot een bepaalde hoogte, waarna een rijzing intreedt van 10 à 25 cM., daarna daalt het water verder tot laagwater.

De tijdelijke verheffing tusschen de beide laagwaterstanden heet „*agger*" of „*naspui*" en duurt daar ter plaatse ongeveer drie uur.

De plaatselijke verheffing van het zeeoppervlak is niet altijd even groot; ze zal haar maximum bereiken, wanneer zon en maan beide een opheffende kracht uitoefenen, en het minst waarneembaar zijn, wanneer de aantrekkingskracht van zon en maan in tegengestelde richting werken en dus elkaar gedeeltelijk te niet doen.

Het eerste geval doet zich voor bij nieuwe- en vollemaan; men heeft

dan zeer hooge waterstanden en spreekt van *„springtij"* of *„gierstroom"*; het tweede geval komt voor bij de kwartierstanden der maan, de dan optredende lage standen noemt men *„doode getijden"* of kortweg *„doodtij"*.

De vloedgolf, die door het Kanaal en het Nauw van Calais de Noordzee wordt ingestuwd, moet zich, vanwege den trechtervorm dezer laatste, langs een steeds wijder wordende baan bewegen, waaruit moet volgen, dat ze op haar weg naar het Noorden min of meer uitgeput raakt, en waaruit te verklaren valt, dat het verschil tusschen hoogwater en laagwater kleiner wordt, naarmate men Noordwaarts onze kust volgt. Dit verschil bedraagt te Vlissingen 3.69 M. en te Helder slechts 1.20 M.; verder Noord- en daarna Oostwaarts langs onze kust gaande, neemt men weer grootere verschillen waar, hetgeen door het Noordtij wordt veroorzaakt.

Zie voor waterstanden en verdere gegevens de tabel op blz. 5.

De overgang van hoog- naar laagwater en omgekeerd heeft niet plotseling plaats; gewoonlijk treedt er na het bereiken van den hoogsten of laagsten stand een stilstand in, die een half uur en langer duren kan; waarna de verlaging of verhooging volgt.

De overgang van hoog- naar laagwater en omgekeerd, noemt men de *kentering van het getij*.

Ook is de duur van eb en vloed niet overal even lang. In 't Zuiden bij de Belgisch-Zeeuwsch-Vlaamsche grens is de eb langer dan de vloed, — waaronder dan te verstaan de tijd, dien het water noodig heeft om van laag hoog te worden, z.g. „op te komen"; hoe Noordelijker men komt, hoe grooter het verschil wordt, zoodat ten Zuiden van Helder de vloed niet langer dan drie uur duurt; verder Oostwaarts langs onze kust gaande, wordt het verschil weer kleiner; bij de Duitsche grens (Emden) zijn eb en vloed weer ongeveer gelijk van duur.

Een zeer belangrijke factor, die zich aan onze kusten bijna altijd gelden doet, is de wind.

Immers, het zal duidelijk zijn, dat bij een z.g. *„zeewind"*, d. w. z. een wind die vanuit de zee landwaarts waait, er zekere opstuwing moet plaats hebben, zoodat er een grootere hoeveelheid vloedwater tegen de kust wordt geworpen dan gewoonlijk. Een verhooging der hoogwaterstanden moet hiervan het gevolg zijn. Valt nu een zware Wester- of Noordwesterstorm samen met springtij, dan wordt een maximum-hoogwaterstand bereikt, waardoor de gevreesde *„springvloed"* ontstaat.

Omgekeerd zal, wanneer er een *landwind* waait, dus wanneer de wind van de kust naar zee is gericht, het Noordzeewater tegen de Engelsche kust worden gestuwd, wat een verlaging der waterstanden langs onze kust

ten gevolge moet hebben; onder deze omstandigheden treden dan ook de allerlaagste ebben in.

Ook in de zeegaten, welke onze kust in 't Noorden en in 't Zuiden doorsnijden, doet de vloedgolf haar uitwerking gevoelen. .

Hierbij zijn twee gevallen te onderscheiden.

In het eerste wordt de breedte minder, naarmate men zich van de kust verwijdert: voorbeelden hiervan zijn de Zeeuwsche stroomen en de monden onzer groote rivieren; in het tweede wordt — juist tegenovergesteld — de breedte grooter, wanneer men den betrekkelijk nauwen ingang is gepasseerd.

We zien dezen toestand bij de Zuiderzee in 't groot en op kleiner schaal bij de Lauwerszee en de Dollard.

Het is duidelijk, dat in een steeds nauwer wordenden zeearm het vloedwater in het achterste nauwe gedeelte hoog zal oploopen, zoodat daar dan ook hoogwaterstanden worden aangetroffen, aanmerkelijk hooger dan die, welke in het breede gedeelte voorkomen.

Zoo is te Vlissingen het verschil tusschen eb en vloed 3.69 M. en te Bath (Zuid-Beveland) 4.39 M.

Het omgekeerde doet zich voor, wanneer het vloedwater een nauwe geul passeert en zich daarna over een wijde kom verspreidt, zooals dit in de Zuiderzee gebeurt. We zien dan ook bij Vlieland een verschil tusschen hoog- en laagwater van 1,58 M.; bij Muiden bedraagt dit slechts 0.34 M.

Toch kunnen zich ook op de Zuiderzee groote hoogteverschillen voordoen, die veroorzaakt worden door de z.g. *op- en afwaaiing*. Wanneer er lang achtereen sterke Westelijke of Noordwestelijke winden heerschen, wordt de oppervlakte der over 't algemeen ondiepe zee door den wind in een hellend vlak veranderd en kunnen er aan de Oostzijde zéér hooge waterstanden optreden, zoodat b.v. bij Elburg, waar het gewone hoogwaterpeil 0.19 + N.A.P. is, een stand bereikt kan worden van 2.49 + N.A.P.

Met sterke Oostenwinden komen zeer lage ebben voor; zoo kan het gewoon laagwater, dat te Elburg 0.19 ÷ N.A.P. is, teruglopen tot 1.48 ÷ N.A.P.; hieruit blijkt, dat het verschil tusschen eb en vloed, dat normaal 0.38 M. bedraagt, kan stijgen tot 3.97 M.

Uit het bovenstaande moge voldoende blijken, dat de hoog- en laagwaterstanden groote schommelingen vertoonen en dat sterke afwijkingen van de gemiddelden veelvuldig voorkomen.

Ook op de benedenrivieren doet de werking der getijden haar invloed gelden, daarin bestaande, dat het in den mond der rivier dringende vloedwater het naar dien mond toevloeiende rivierwater tot stilstand brengt of terugdringt. Natuurlijk wordt deze uitwerking, naarmate men hooger op de rivier komt, steeds minder; maar ze is toch zóó sterk, dat bij Vreeswijk in de Lek — hoewel het water daar altijd zeewaarts vloeit — nog een verschil tusschen hoog- en laagwater wordt waargenomen van 0,18 M.

Ontegenzeglijk leggen ook hierbij de windkracht en de windrichting veel gewicht in de schaal; het kan zelfs voorkomen, dat bij een zeewind het water in den mond der rivier zóó snel rijst, dat het afvloeiende water niet alleen wordt tegengehouden, maar dat aan den mond een hoogere stand wordt waargenomen dan eenige K.M. de rivier op, zoodat het laatste gedeelte der verhanglijn naar boven oploopt.

Staan twee evenwijdig loopende zeearmen of benedenrivieren met elkaar in verbinding door een waterweg ongeveer loodrecht op hun richting, zooals dit b.v. het geval is bij de Eendracht, Keeten—Mastgat—Zijpe, Volkerak en bij de Noord, dan zal de vloedgolf gewoonlijk niet gelijktijdig de beide einden van den dwarswaterweg binnenkomen; er ontstaat dan ergens — gewoonlijk niet in het midden — op de plaats, waar de vloedgolven tegen elkaar botsen, een *vloedkop* of *vloedtop.*

Het zal uit het voorgaande duidelijk zijn, dat er in het net van benedenrivieren en zeearmen, waarmede ons land in het Zuidwesten als 't ware is overdekt, een zeer ingewikkelde waterbeweging bestaat, waarop vele omstandigheden invloed uitoefenen.

In onderstaande tabel[1]) zijn verzameld eenige gegevens betreffende hoog- en laagwater, hoogste en laagste standen enz., waargenomen bij in de eerste kolom genoemde plaatsen over het tijdvak 1900—1910.

Plaats.	Gemiddeld H. W.	Gemiddeld L. W.	Verschil tusschen H. W. en L. W.	Hoogst bekende vloed.	Laagst bekende eb.
Noordzee.					
Wielingen	1.77 +	1.90 ÷	3.67	3.94 +	2.96 ÷
Westkapelle	1.58 +	1.62 ÷	3.20	—	—
Scheveningen	0.86 +	0.66 ÷	1.52	3.15 +	1.68 ÷
Katwijk	0.82 +	0.68 ÷	1.50	3.24 +	1.81 ÷
IJmuiden	0.70 +	0.84 ÷	1.54	3.20 +	2.15 ÷
Petten	0.45 +	0.89 ÷	1.34	2.30 +	2.10 ÷
Helder	0.36 +	0.84 ÷	1.20	1.88 +	1.85 ÷
Zuiderzee.					
Texel	0.37 +	0.70 ÷	1.07	1.93 +	1.56 ÷
Vlieland	0.62 +	0.96 ÷	1.58	2.24 +	1.95 ÷
Harlingen	0.57 +	0.74 ÷	1.31	2.40 +	1.87 ÷
Stavoren	0.21 +	0.28 ÷	0.49	1.92 +	1.42 ÷
Lemmer	0.13 +	0.11 ÷	0.24	2.13 +	1.64 ÷
Zwolsche Diep	0.19 +	0.13 ÷	0.32	2.32 +	1.65 ÷
Elburg	0.19 +	0.19 ÷	0.38	2.49 +	1.48 ÷

[1]) Uit: Dr. A. A. Beekman, Nederland als Polderland, 2e druk.

Plaats.	Gemiddeld H. W.	Gemiddeld L. W.	Verschil tusschen H. W. en L. W.	Hoogst bekende vloed.	Laagst bekende eb.
Muiden	0.11 +	0.23 ÷	0.34	2.16 +	1.10 ÷
Oranjesluizen	0.23 +	0.29 ÷	0.52	2.28 +	1.91 ÷
Enkhuizen	0.09 +	0.23 ÷	0.32	1.94 +	1.30 ÷
Medemblik	0.27 +	0.38 ÷	0.65	2.10 +	1.26 ÷
Zeearmen, Wadden, enz.					
Westerschelde.					
Vlissingen	1.79 +	1.90 ÷	3.69	3.92 +	3.03 ÷
Bath	2.23 +	2.16 ÷	4.39	4.83 +	3.20 ÷
Oosterschelde.					
Burg	1.29 +	1.40 ÷	2.69	3.45 +	2.55 ÷
Tholen	1.76 +	1.72 ÷	3.48	4.40 +	2.80 ÷
Grevelingen.					
Brouwershaven	1.18 +	1.14 ÷	2.32	3.38 +	2.40 ÷
Steenbergsche Vliet	1.35 +	1.30 ÷	2.65	3.80 +	2.56 ÷
Haringvliet, Holl. Diep.					
Hellevoetsluis	0.93 +	0.80 ÷	1.73	3.35 +	1.97 ÷
Willemstad	1.19 +	0.83 ÷	2.02	3.57 +	1.85 ÷
Moerdijk	1.27 +	0.72 ÷	1.99	3.37 +	1.95 ÷
Brielsche Maas, Oude Maas.					
Rozenburg	0.99 +	0.68 ÷	1.67	3.40 +	1.70 ÷
Den Briel	0.89 +	0.67 ÷	1.56	3.09 +	1.65 ÷
Spijkenisse	0.87 +	0.57 ÷	1.44	2.92 +	1.70 ÷
Nieuwe Waterweg.					
Nieuwe Maas.					
Hoek van Holland	0.84 +	0.71 ÷	1.55	2.97 +	1.87 ÷
Vlaardingen	0.84 +	0.54 ÷	1.38	3.00 +	1.65 ÷
Rotterdam	0.91 +	0.50 ÷	1.41	2.98 +	1.63 ÷
Krimpen a/d Lek	1.05 +	0.41 ÷	1.46	2.70 +	1.30 +
Wadden enz.					
Poptazijl	0.64 +	0.76 ÷	1.40	2.63 +	1.85 ÷
Zoutkamp	0.99 +	1.39 ÷	2.38	3.72 +	2.30 ÷
Delfzijl	1.12 +	1.66 ÷	2.78	3.53 +	2.80 ÷

§ 2. **Amsterdamsch Peil.** Om de voorkomende waterhoogten onderling te kunnen vergelijken, is de aanwezigheid van een denkbeeldig vlak noodig, ten opzichte waarvan de verschillende standen van het water kunnen worden opgemeten.

Voor ons land is dit vlak het „*Amsterdamsch Peil*", waaronder wordt verstaan de gemiddelde vloedhoogte van het IJ te Amsterdam, vóórdat deze watervlakte was ingepolderd en dus nog in open verbinding stond met de Zuiderzee.

In 't begin der vorige eeuw werd dit Peil naar meerdere plaatsen in het land overgebracht.

Later werden deze peilen herzien, door een staf van bepaaldelijk daartoe aangewezen ambtenaren, uitgerust met zeer nauwkeurige instrumenten, waarbij het aantal peilmerken belangrijk werd uitgebreid.

Het bleek toen, dat de nieuwe merken hier en daar afweken van de oude; er kwamen verschillen voor tot 25 à 30 cM. Ten einde nu vergissingen te voorkomen, noemde men de gevonden nieuwe hoogtepunten *„Nieuw Amsterdamsch Peil"* of kortweg *N. A. P.*

§ 3. **De kust.** Het is bekend, dat een groot gedeelte van ons land moet worden beschermd tegen de hooge zeestanden, omdat het bodempeil op vele plaatsen ver beneden de gewone hoogwaterstanden is gelegen.

Deze bescherming is te onderscheiden in een natuurlijke en in een kunstmatige.

De natuurlijke bescherming wordt gevormd door de *duinen,* bestaande uit een nagenoeg aaneengesloten rij van grillig gevormde zandhoogten; de kunstmatige bescherming wordt verkregen door de *zeedijken*, zijnde opgeworpen wallen van klei, of van zand met klei afgedekt, die een zóódanige dwarsdoorsnede hebben en wier voet dermate met daartoe geschikte materialen is verdedigd, dat ze voldoende veiligheid verzekeren aan de achtergelegen landen.

Er zijn enkele plaatsen langs de Zuiderzee, waar duinen noch dijken aanwezig, en ook niet noodig zijn; de bodem ligt daar op zoodanige hoogte, dat de hoogste vloeden er beneden blijven. Men noemt die plaatsen *„hooge oevers"*.

De duinen langs onze West- en Noordkust maken deel uit van de groote duinenrij, die zich — hoewel op verschillende plaatsen verbrokkeld en doorbroken — uitstrekt van het Noorden van Frankrijk, langs de Oostkust der Noordzee tot aan de Noordpunt van Denemarken bij Kaap Skagen.

Slechts op twee plaatsen langs onze Westkust is het noodzakelijk gebleken, de bijna verdwenen duinen door zware zeedijken te vervangen, n.l. te Westkapelle en te Petten.

De kust van de provincie Groningen is geheel door zeedijken beschermd; eveneens die van Friesland, uitgezonderd een gedeelte ten Oosten van Stavoren, waar langs Gaasterland hooge oevers worden aangetroffen. Verder langs de Zuiderzee gaande, vinden we weer dijken in de provincies Friesland en Overijsel, behalve bij Vollenhove. Het Kampereiland is onbedijkt, slechts omkaad, en loopt dus bij hooge standen onder. Vanaf den Ketelmond, aansluitend aan den linker IJseldijk, strekt de zeedijk zich uit tot ± 5 K.M. bezuiden Elburg, waar de oevers zoodanige hoogte hebben, dat dijken overbodig zijn. Een tiental K.M. bezuiden Harderwijk begint de zeedijk

weer; dit is de Arkemeensche zeedijk, loopend van genoemd punt tot de Eem. Deze dijk sluit de Geldersche Vallei aan de Noordzijde af, volgt verder den rechteroever van de Eem en eindigt bij Amersfoort. Westelijk van de Eem vinden we weer hooge oevers tot bij Valkeveen, waar de bodem weer zóó ver daalt, dat een zeedijk noodig is; deze gaat nu verder onafgebroken door langs de Oostzijde van Noord-Holland, bij Helder aansluitend aan den Noordzeedijk, die bij Huisduinen in de duinen overgaat.

Zuidwaarts langs de Noordzeekust gaande, vinden we behalve de onderbreking bij Petten een doorgaande duinenrij tot aan den Hoek van Holland.

De Zuid-Hollandsche eilanden Voorne en Putten, Goeree en Overflakkee zijn geheel omdijkt, behalve eenige gedeelten langs de West- en Noordwestzijde, waar de natuurlijke bescherming der duinen nog aanwezig is.

Een dergelijk beeld vertoonen de Zeeuwsche eilanden Schouwen en Walcheren; aan de Westpunt van laatstgenoemd eiland vinden we den beroemden Westkapelschen zeedijk.

Langs de Zeeuwsch-Vlaamsche kust zijn duinen vanaf de Belgische grens tot Breskens; ze zijn echter op vele plaatsen zoo laag en zoo zwak, dat hun betrouwbaarheid onvoldoende is, zoodat bijna overal achter de smalle duinketen een bedijking wordt aangetroffen.

Oostwaarts van Breskens loopt de zeedijk onafgebroken door tot over de Belgische grens, waar hij overgaat in den linker-Scheldedijk. De overige Zeeuwsche eilanden zijn geheel door dijken omgeven.

De Zuiderzee-eilanden zijn niet alle volledig omdijkt, behalve Wieringen, dat geheel door een zeedijk is omringd, welke op eenige plaatsen door hooge gronden is afgebroken.

Marken heeft slechts een omkading tot ± 1.50 + N.A.P. en loopt dus bij hooge vloeden onder; waarom de woningen op verhoogde terreinen, z.g. „*werven*", zijn gebouwd.

Urk bestaat uit een Westelijk deel, dat hooge oevers heeft, en een Oostelijk deel, dat omkaad is tot 1.40 + N.A.P.; ook dit uit weiland bestaand gedeelte komt bij hooge vloeden onder water.

Schokland is — behalve door eenig personeel voor verlichting enz. — onbewoond; het heeft op het Noordeinde een vluchthaven, die dienst doet bij Westerstormen. Het eiland is omringd door een kade van geringe afmetingen.

Het eiland Texel heeft aan de West- en Zuidzijde een natuurlijke bescherming door duinen; de Oostzijde is door een dijk beschermd.

De overige z.g. Wadden-eilanden zijn eigenlijk overblijfselen van breede duinen, die in de oudheid Friesland en Groningen beschermden.

Hieruit volgt, dat deze eilanden in 't Noorden hooger zijn dan in 't Zuiden, waarom dan ook langs de Zuidkust hier en daar dijken worden aangetroffen.

Vlieland is door duinen omgeven behalve bij het dorp Oost-Vlieland,

waar een dijk is van ± 1 K.M. lengte, die aan weerseinden bij de duinen aansluit.

Ook Terschelling heeft alleen aan de Zuidzijde een dijk van West-Terschelling tot even ten Oosten van Oosterend. Ameland heeft in 't Noorden en in 't Westen duinen; de Zuidzijde van het eiland is door een dijk beschermd.

Schiermonnikoog is alléén aan de Zuidzijde bedijkt, ter lengte van ongeveer 8 K.M.

De eilanden Rottum en Borkum zijn boven water uitstekende stukken duin en missen alle bedijking.

In den regel worden de duinen en de dijken niet onmiddellijk door het zeewater bespoeld, maar is de voet der zeewering hiervan gescheiden door een strook *vóórland*, waaronder wordt verstaan het terrein, dat zich bevindt tusschen den teen van de zeewering en de lijn van gewoon laagwater.

Is dit voorland niet begroeid en bestaat de oppervlakte uit zand, dan heet het „*strand*"; komt de klei aan de oppervlakte, dan spreekt men van „*slikken*"; terwijl, wanneer het voorland zóó hoog is opgewassen, dat er begroeiing kan plaats vinden, men het den naam van *schor*, *gors* of *kwelder* geeft. Hierover later meer.

Het strand is de boven water komende voortzetting van den onderzeeschen oever. Over 't algemeen zijn deze oevers langs onze kust zeer vlak, gewoonlijk bedraagt de helling 100 op 1; op sommige plaatsen is ze zelfs nog flauwer (fig. 1).

Een zeer ongunstige uitzondering hierop maken de onderzeesche oevers in de zeegaten; dáár worden ten gevolge van stroomschuring en golfbeweging wel hellingen van 1 : 1 aangetroffen en peilt men diepten van 45 à 55 M. onder laagwater (fig. 2).

Deze ongunstige omstandigheid is hieraan te wijten, dat bij de monden der rivieren, in de zeegaten en in de zeeboezems zich *zandbanken* bevinden; dit zijn door de natuur gevormde, met zeer flauwe hellingen soms tot eenige Meters boven laagwater oprijzende zandruggen. Ze zijn gewoonlijk langgerekt van vorm, en vele verplaatsen zich langzaam ten gevolge van stroom en getijwerking.

Tusschen deze zandbanken bevinden zich min of meer diep ingesneden geulen, door welke bij eb en vloed groote watermassa's moeten worden verplaatst en waarin zoodoende groote stroomsnelheden kunnen optreden.

Deze geulen met haar felle waterbeweging, maken het bevaren onzer zeegaten zoo uiterst moeilijk; zij maken een uitgebreide betonning en verlichting, benevens den loodsdienst noodzakelijk.

De breede Scheldemond b.v. is Westelijk van Vlissingen door vier geulen doorsneden, n.l. (van Zuid naar Noord) Wielingen—Spleet—Deurlo—Oostgat,

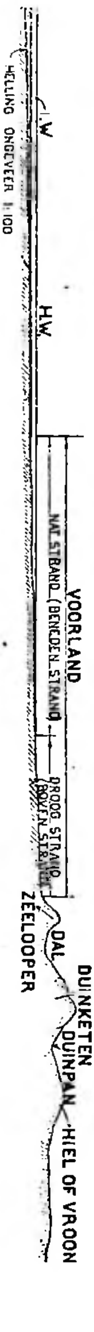


Fig. 1.

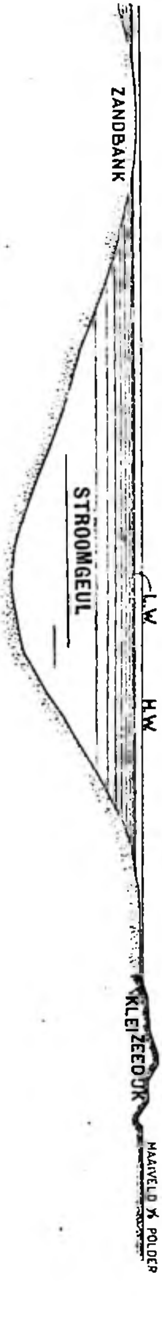


Fig. 2.

waarvan de eerste verreweg de belangrijkste is. Slechts ingewijden weten op deze uitgestrekte watervlakte den weg.

Ook in 't Noorden zijn er zeegaten tusschen de eilanden, van deze is het Zeegat van Texel het belangrijkst; dit vormt met het Vlie den toegang tot de Zuiderzee.

De overige zeegaten verloopen in geulen of kreken, die in de *Wadden* — dit zijn gronden tusschen de eilanden en de kust van Friesland en Groningen, die bij eb droogvallen, — vervloeien.

Ook de weg van Delfzijl en Emden naar zee is slechts matig voldoende en moet zelfs gedeeltelijk op kunstmatige wijze op diepte en breedte worden gehouden.

Niet altijd heeft onze kust haar tegenwoordige gedaante gehad; ze heeft zich in den loop der tijden in Oostelijke richting verplaatst en was ook vroeger veel meer aaneengesloten en op minder plaatsen verbrokkeld en doorbroken, dan nu het geval is.

Wat de landwaartsche verschuiving van de kustlijn betreft, hiervoor zijn verscheidene bewijzen voorhanden. Verschillende overblijfselen van gebouwen uit den tijd der Romeinen liggen nu ver in zee, o. a. de Nehallennia-tempel te Domburg en de Brittenburg bij Katwijk; ook wordt in oude geschriften betreffende plaatsen langs onze kust herhaaldelijk gewag gemaakt van torens en gebouwen, die aan de landzijde van het dorp werden gesticht en die nu aan den voet der duinen — dus aan de zeezijde — liggen.

Hoofdzakelijk door het z.g. overstuiven der duinen, was men genoodzaakt, bij het zoeken van bouwterrein dit aan de landzijde te kiezen, zoodat het dorp aan de landzijde toe- en aan den duinkant àfnam; op deze wijze werd voorkomen, dat de plaats onder het steeds landwaarts schuivende duin werd bedolven.

Dat de kust vroeger minder verbrokkeld was en de zeegaten véél nauwer waren dan tegenwoordig, moet als vaststaand worden aangenomen. De Scheldemond b.v. was misschien maar half zoo breed als tegenwoordig, en de vele „*nollen*", die men Westwaarts van Breskens langs de Zeeuwsch-Vlaamsche kust aantreft, wijzen meer dan voldoende uit, dat daar eertijds vele vruchtbare polders zijn verloren gegaan.

Omdat er van oeververdediging natuurlijk geen sprake was, kwamen de duinen hoe langer hoe meer in een toestand van verval; hier en daar sloegen ze zelfs geheel weg en kon het zeewater bij opkomenden vloed achter de duinen doordringen. Viel daarna de eb in, dan liep het water weer terug door de betrekkelijk nauwe geul, die echter door het heen en weer schuren van het in- en uitstroomende water steeds grooter werd. Op deze wijze zijn vermoedelijk de zeegaten tusschen de Wadden-eilanden gevormd.

Het spreekt vanzelf, dat het zich vrij dikwijls herhalende binnendringen van zeewater achter de duinen het bewonen van ons lage land niet bijzonder aanlokkelijk maakte; zelfs werden daardoor groote oppervlakten kostbare kleigrond voor bewoning ongeschikt. Wel was ons land zéér schraal bevolkt en bestonden de bewoners meestal uit jagers en visschers, maar toch gevoelde men de noodzakelijkheid om zich bij hooge vloeden op daartoe geschikte plaatsen te kunnen terugtrekken; plaatsen dus, die hooger waren dan de op vrij geregelde tijden terugkeerende hooge vloeden.

In 't Noorden, in de provinciën Groningen en Friesland, ontstonden op die wijze de z.g. „*terpen*", die zóó groot zijn, dat er heele dorpen op konden worden gebouwd. Vermoedelijk waren deze terpen kort na 't begin onzer jaartelling reeds aanwezig.

In 't Zuiden des lands deed de noodzakelijkheid om verhoogde plaatsen te bewonen zich waarschijnlijk niet zoo sterk gevoelen. Men bepaalde er zich daar toe, tijdelijke wijkplaatsen te bouwen in den vorm van heuvels, in plattegrond rond of ellipsvormig. Ze hadden een hoogte van 8 à 10 M. en waren gewoonlijk niet grooter dan 25 à 60 M. in diameter; 't geheel had den vorm van een afgeknotten kegel met een bovenvlak van ± 20 à 30 M². Hieruit blijkt wel, dat deze „*hillen*" of „*vliedbergen*", zooals er op 't eiland Walcheren nog enkele worden aangetroffen, slechts zeer tijdelijk werden gebruikt en, zoodra het hooge water voldoende was gezakt, door menschen en vee werden verlaten. Zij waren ongeschikt om te bewonen.

Toen echter de bevolking zich uitbreidde, en ook langzamerhand de

landbouw een middel van bestaan werd, begon men er vanzelf op bedacht te worden, het indringende zeewater bij de kust te keeren, en werden hier en daar dijken opgeworpen, die, hoewel van zeer onvoldoend profiel en niet aaneengesloten, toch reeds eenige beschutting gaven. Zeer waarschijnlijk begon men hiermede in de 7e en 8e eeuw. Natuurlijk gingen van deze dijken weer vele verloren en moest dikwijls land, dat met veel moeite en arbeid was gewonnen, weer worden prijsgegeven, maar er was dan toch een begin, en door de dijken te verhoogen, te verbeteren en te verzwaren, slaagde men er langzamerhand in, aan de landbouwende bevolking ook in het lage gedeelte van ons land een veilige woonplaats te verschaffen.

§ 4. **Duinen.** Duinen bestaan uit los, beweeglijk zand, dat door de werking van den wind wordt verplaatst en vlak langs de kust weer neervalt. Het zand onzer duinen is afkomstig van de kusten langs het Kanaal en wordt dóór het Nauw van Calais met den stroom meegevoerd tot op onze kust.

De grootere stukken, die van de kust afbrokkelen, vallen door golfslag en botsing met andere voorwerpen spoedig in kleine stukjes uiteen, en door het voortdurend rollen en schuiven over den zeebodem wordt het fijne zand gevormd, waaruit onze stranden en duinen bestaan. De zee voert dus voortdurend materiaal voor de duinvorming aan, en iedere vloedgolf, die in de Noordzee wordt gestuwd, bevat een groote hoeveelheid zand, dat later in uiterst dunne laagjes op het strand wordt afgezet. Het is dus duidelijk, dat het vloedwater het rijkst aan zand is; rolt er nu een golf op 't strand, dan vloeit wel dit water weer dadelijk voor een groot deel terug, maar er blijft toch ook water op 't strand achter. Het hierin aanwezige zand bezinkt en wordt, wanneer het droog is geworden, gemakkelijk door den wind opgenomen en meegevoerd.

Natuurlijk zijn niet alle zandkorrels even groot en zwaar. De zwaarste worden gewoonlijk slechts weinig verplaatst; de lichtere worden door den wind opgenomen en vallen eenige tientallen Meters verder neer, om bij een volgenden windstoot opnieuw te worden meegevoerd; zij verplaatsen zich dus als 't ware sprongsgewijze; de allerlichtste en fijnste deeltjes eindelijk worden opgenomen en hoog in de lucht meegevoerd, zij bereiken den grond soms eerst op grooten afstand van het strand. Hiermede is verklaard, waarom men gewoonlijk aan 't strand grover zand aantreft dan aan de binnenzijde van het duin.

Zoodra de in de lucht zwevende deeltjes tegen een terreinvoorwerp — boom, heg, aarden wal — stuiten, vallen zij op den bodem en er is, als er eenmaal een begin is, vrij spoedig een terreinverheffing gevormd.

Uit den aard der zaak verheffen de duinen zich vrij steil vanaf het strand, terwijl de binnenzijde gewoonlijk zeer flauwe hellingen vertoont; immers,

zoodra de zwevende zanddeeltjes aan de landzijde van den zandrug komen, worden zij steeds meer aan de kracht van den wind onttrokken en vlijen ze zich geleidelijk neer.

Het duin, dat zich onmiddellijk vanaf het strand verheft, bereikt gewoonlijk geen groote hoogte; de achterliggende duinen zijn de hoogste en breedste. Bij breede duinen is duidelijk waar te nemen, dat de hoogte niet overal gelijk is; eerst vindt men den voorsten regel of keten, den z.g. „*zeereep*" of „*zeelooper*", waarachter de hoogere regels zich vrijwel evenwijdig uitstrekken (fig. 1). Tusschen de regels zijn dus lagere gedeelten of dalen, die „*duinpannen*" genoemd worden. De terreinstrook, die de overgang vormt van duin en polderland, heet de „*hiel*" van het duin, in Zeeland ook wel „*vroon*" genoemd.

Het kan wel niet anders, of, waar de duinen uit een zóó beweeglijke stof als zand zijn samengesteld, moeten ook hunne afmetingen ver uiteenloopen. We vinden dan ook langs onze kust duinen van slechts eenige tientallen Meters breedte en weinige Meters hoogte, maar ook heuvelterreinen van 4 à 5 K.M. breed en 65 M. hoogte.

Na het voorgaande behoeft het wel geen nadere uitlegging, dat de wind van zeer grooten invloed is op de duinvorming. Daar nu in Midden-Europa de Westen- en Zuidwestenwinden de meest heerschende zijn, wordt ook op de kusten, welke naar die windstreken gekeerd zijn, de meeste duinvorming aangetroffen.

Dezelfde wind echter, die het ontstaan der duinen mogelijk maakt, en de zee, die de bouwstof aanvoert, zijn ook de oorzaken van hun soms snelle afneming en verlaging. Vooral bij stormwinden wordt door den wind zelf veel zand landwaarts verplaatst, dat vele kilometers verder eerst neervalt, en neemt de zee soms groote stukken weg, die gewoonlijk eerst na verloop van langen tijd weer worden teruggewonnen.

Onbegroeide duinen, waar dus het losse zand aan de oppervlakte komt, zijn voortdurend aan groote vormveranderingen onderhevig, zoodat men er op uit moet zijn het zand zooveel mogelijk vast te leggen.

Op natuurlijke wijze geschiedt dit door de op het duin groeiende *helm*; in de duinpannen vindt men het z.g. *duinmos,* dat het zand als een dikke laag overdekt en het zelfs aan het oog onttrekt; verder *duindistels, duindoorns* en op daarvoor gunstig gelegen plaatsen *kreupelhout* en *denneboomen,* de laatste echter slechts op zeer beschutte plaatsen, waar geen zandstuivingen voorkomen.

Tegen de binnenzijden der duinen worden — als overgang van het duin in het polderland — *geestgronden* aangetroffen. Dit zijn meer of minder breede strooken terrein, waarvan de bodem aan de oppervlakte sterk met duinzand is vermengd vanwege het zand, dat zich bij stormen uit westelijke richting over het achterliggende land verspreidt. De geestgronden sluiten

aan den hiel van de binnenduinketen aan en gaan langzaam dalend in het polderland over. Meestal zijn de geestgronden „*boezemland*", d. w. z. zij wateren op natuurlijke wijze af op den boezem van den aanliggenden polder.

Zooals bekend, zijn de geestgronden, door den zanderigen grond waaruit ze bestaan, zeer geschikt voor de bloembollencultuur.

§ 5. **Strand.** In § 3 zagen we reeds, dat het met zand bedekte voorland tusschen duinvoet en waterlijn strand wordt genoemd. Op dit strand laat de zee het aangevoerde zand achter, en van dit strand wordt het zand, na opgedroogd te zijn, door den wind weggevoerd en draagt op deze wijze bij tot de vorming der duinen.

De breedte van het strand is niet overal gelijk; op de Zeeuwsche en Zuid-Hollandsche eilanden, zoomede langs de Hollandsche kust, bedraagt ze 150 à 200 M. De breedte neemt toe op de Noordelijke eilanden; op het eiland Terschelling komen strandvlakken voor met een breedte van 2000 M.

Het strand wordt verdeeld in twee strooken, evenwijdig met den oever; de strook boven de lijn van gewoon hoogwater noemt men „*droog strand*" of „*bovenstrand*", terwijl de strook tusschen de hoog- en de laagwaterlijn „*nat strand*" of „*benedenstrand*" heet (fig. 1). Het benedenstrand wordt dus tweemaal per etmaal met zeewater overdekt, het bovenstrand wordt alleen bij hooge vloeden bespoeld.

Het kan wel niet anders, of een zóó los en beweeglijk materiaal, waaruit het strand bestaat, moet den invloed ondervinden van de werking van golfslag en getijstroomen, van de laatste vooral. Een strandoppervlak is dan ook zelden in rust, na een periode van verhooging volgt er gewoonlijk een van verlaging en omgekeerd; slechts bij hooge stranden is de toestand soms vrij constant. Is de toestand van een strandvak bij voortduring achteruitgaande, dan moeten werken worden gemaakt, die ten doel hebben, de afneming te stuiten en zandaanwinning te bevorderen.

Bij stranden doet zich het eigenaardige verschijnsel voor, dat bij zeewind het strand afneemt en bij landwind aanwas plaats vindt. Men meent de oorzaak hiervan gevonden te hebben in het volgende. Met een zeewind wordt het zeewater naar de kust gedreven en vormt de zee langs de kust een niet geheel horizontaal vlak. Volgens de leer van het evenwicht zal er nu, terwijl het water in de bovenlagen naar de kust wordt gestuwd, langs den bodem der zee een tegenstrooming plaats vinden; deze strooming, die dus van den oever àf is gericht, heeft afneming van den onderzeeschen oever ten gevolge, en het kan niet uitblijven, dat hierdoor ook het strand zal worden verlaagd. Het is nu ook gemakkelijk aan te toonen, dat er bij een landwind, wanneer dus het water aan de oppervlakte zeewaarts wordt gestuwd, aanwinning van het strand zal plaats hebben.

De iederen dag terugkeerende werking van eb en vloed heeft echter het meest invloed op het strand; vooral, wanneer de getijstroomen onder een scherpen hoek het strand naderen, kunnen zij, soms gesteund door sterken golfslag en wind, in korten tijd een bedenkelijke verlaging van het strand teweegbrengen. Ook hooge vloeden kunnen zeer nadeelig zijn en soms groote stukken van het bovenstrand afnemen; dit zand wordt dan wel weer op het benedenstrand afgezet, maar is dáár in den regel heel spoedig verdwenen.

Evenzoo is dit het geval met zand, dat bij hoogen vloed en sterken golfslag van den duinvoet wordt weggeslagen.

Een slecht teeken is, wanneer men op een strand min of meer evenwijdig met de waterlijn geulen of kreken ziet ontstaan, veroorzaakt door golfslag en stroomingen. In deze geulen ontstaan bij ieder tij soms vrij sterke stroomen, die de bedding dieper en breeder uitschuren en groot zandverlies ten gevolge kunnen hebben. Het is noodzakelijk, deze geulen door afdamming enz. te beteugelen.

Het behoeft verder geen naderen uitleg, dat, wanneer een strandvak achteruitgaat, ook het aanliggende duin of de zeewering in gevaar kan komen.

§ 6. **Zeedijken.** Het is niet met juistheid te zeggen, wanneer de bewoners van ons land zijn begonnen met het opwerpen van zeedijken. Zéér vermoedelijk waren ze er reeds, vóór de Romeinen tot onze lage landen waren doorgedrongen. Zeker is het, dat de Romeinsche veldheer Drusus, die 10 jaar vóór Christus Holland veroverde, dijken en kanalen liet aanleggen.

Toch make men zich van deze dijken geen te groote voorstelling; het waren meerendeels wat wij „*kaden*" zouden noemen, kleine dijkjes dus, van een te gering profiel en ternauwernood tot de hoogte van H. W. opgewerkt; aan verdediging der taluds werd daarbij niet gedacht.

Zooals zich begrijpen laat, was men achter deze waterkeeringen allerminst veilig en kwamen overstroomingen en doorbraken veelvuldig voor, zoodat véél, dat ten koste van groote inspanning was verworven, soms in korten tijd weer verloren ging. Dat ook het vertrouwen der bevolking in deze waterkeeringen niet bijster groot was, bewijst wel het feit, dat men voortging met de kerken en begraafplaatsen op verhoogde gedeelten (terpen of wierden) te stichten.

Eerst in de 10e en 11e eeuw is er meer regelmaat in den aanleg en het onderhoud van zeedijken te ontdekken. Men zag toen wel in, dat het stelsel om iederen eigenaar, wiens land door een dijk werd begrensd, ook voor dien dijk te laten zorgen, zeer verderfelijk was. Immers kon één onwillige het werk en de moeite van vele anderen waardeloos maken.

Hoewel toen de zeewering meer en meer een zaak van algemeen belang werd, bleef nog menigmaal de zuinigheid de wijsheid bedriegen. Nôg was

veelal de kruin te laag en de dijk te zwak, en wanneer men de dijksprofielen uit dien tijd beschouwt, moet het verwondering wekken, dat niet nog meer rampen en onheilen het gevolg zijn geweest van een zóó onvoldoende bescherming onzer lage landen.

Eerst in latere eeuwen is men tot de overtuiging gekomen, dat een zeedijk, die zóóveel kostbaar land beschermt, moet zijn een waterkeering, zóó hoog en zóó krachtig, dat met gerustheid de zwaarste stormen kunnen worden afgewacht.

Bij den aanleg van een zeedijk moet er in de eerste plaats op worden gelet, hoe de bodemgesteldheid is van het terrein, waar de dijk zal worden opgeworpen. Het kan noodig zijn een op 'n bepaalde plaats geprojecteerden dijk van richting te veranderen of op een andere plaats aan te leggen, om daardoor te bereiken, dat de dijk op goeden ondergrond — op „*goed staal*" — komt te rusten.

Ook zal men de richting zoodanig ontwerpen, dat de strekking van den dijk niet komt loodrecht op de meest heerschende windrichting, dat dus de dijk niet ligt op de stormstreek, maar de richting hiervan zooveel mogelijk afgekeerd zij; immers, een dijk waarop de golven vrijwel loodrecht komen aanrollen, zal veel meer van den golfslag te lijden hebben, dan wanneer de golven zich min of meer evenwijdig met den dijk bewegen.

In verband hiermede kieze men voor ons land niet de richting op het Westen of Zuidwesten.

Verder moet bij de plaatsbepaling worden gerekend op een flinke strook voorland vóór den nieuwen dijk; gemiddeld is hiervoor 150 M. te rekenen, bij zwaar aangevallen dijken meer. Met het oog op de kosten van het werk, zal men trachten om met de kortste lengte dijk het beoogde doel te bereiken.

Niet alle dijken zijn onmiddellijk waterkeerend. *Wakers* of *wakerdijken* zijn dijken, die een waterkeerende functie hebben; *slapers* of *slaperdijken* zijn zulke dijken, die vroeger zeedijk waren, maar door het inpolderen van hun voorland slaper geworden zijn, òf wel, zij zijn bestemd om waterkeerend te worden als de voorliggende wakerdijk zijn keerend vermogen verliest of in de diepte verdwijnt.

Ook treft men dijken aan, die naar twee zijden water keeren; zij doen dienst om twee wateren van elkaar af te scheiden, om zeearmen af te sluiten, ook wel om eilanden met elkaar te verbinden.

Voorbeelden hiervan vinden we in den afsluitdijk van het IJ, de dammen ter verbinding van Noord-Brabant, Zuid-Beveland en Walcheren; deze werken zullen echter verre worden overtroffen door den afsluitdijk, waarmede de Zuiderzee van de Noordzee zal worden afgesloten. Na het leggen van dezen dijk, waarin uitwateringssluizen zullen worden gebouwd, zal het mogelijk zijn, het water van het IJselmeer op een constant peil te houden

en zullen de eigenlijke polderdijken, die de droog te leggen gedeelten omringen, van betrekkelijk lichte afmetingen gemaakt kunnen worden, daar hooge waterstanden en stormvloeden door den afsluitdijk zullen worden gekeerd.

Na hetgeen gezegd is over de plaats en de richting van zeedijken, zal het duidelijk zijn, dat niet alle dijken even hoog en even zwaar behoeven te zijn. Voor een dijk, die niet op de stormstreek ligt, kan men met een veel geringer profiel volstaan, dan voor één, die aan de volle kracht van wind en golven is blootgesteld.

Bij het bepalen van het dwarsprofiel moet in de eerste plaats rekening worden gehouden met den golfslag. Men behoeft behalve in bijzondere gevallen, waarover later, niet licht bevreesd te wezen voor verweeking van het dijkslichaam, daar de zeer hooge waterstanden toch slechts zéér kort duren; ook ijsgang kan op den dijk slechts zeer weinig invloed uitoefenen. Het grootste gevaar bestaat in het overstorten van water over de dijkskruin heen; hierdoor ontstaat grondverlies aan de binnenzijde, dat zóó ernstig kan worden, dat de kruin wegvalt en daardoor een dijkbreuk ontstaat.

Het is dus noodig, dat de hoogte van den dijk reikt boven de grootste golfverheffing, die bij den hoogst bekenden waterstand kan optreden.

De golfverheffing bereikt aan onze kust een maximum van 2.50 à 3 M., zoodat men bij de zwaarst aangevallen dijken een hoogte van ongeveer 3 à 3.30 M. boven den hoogst bekenden waterstand zal aantreffen, zooals dit o. a. bij den Westkapelschen dijk het geval is. Ligt echter een dijk van de stormstreek afgekeerd en aan ondiep water, dan loopen de golven dikwijls slechts 0.20 à 0.50 M. op en kan met een hoogte van 0.80 à 1 M. boven den hoogsten waterstand ruimschoots worden volstaan.

Een algemeen dwarsprofiel voor een op de stormstreek liggenden zeedijk is voorgesteld in fig. 3.

Links beginnend, onderscheidt men:

A	teen van den dijk.	*D—E*	kruin.
A—B	waterbeloop.	*E—F*	binnentalud.
B—C	buitenberm.	*F—G*	binnenberm.
C—D	buitentalud.	*G—H—J—K*	bermsloot.

Het *waterbeloop* is dat gedeelte, dat ieder tij meer of minder hoog door den vloed wordt bespoeld en dat uit den aard der zaak moet worden verdedigd; daarom heet het ook wel *verdedigd* beloop.

Het verdedigd beloop reikt tot 1.50 à 2 M. boven gewoon H.W., zoodat bij gewone vloeden de golven den buitenberm niet bereiken. Bij hooge standen en sterken golfslag loopen de golven tegen het waterbeloop op, dat een helling heeft van 1 : 3 à 1 : 6, en loopen dan dood op den vlakken



Fig. 3.

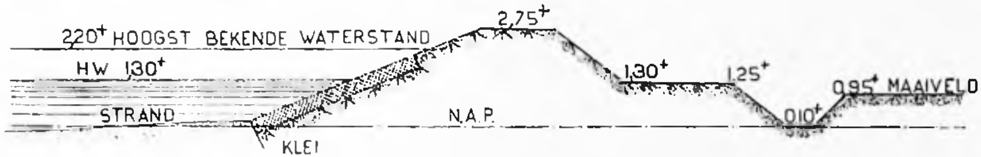


Fig. 4.

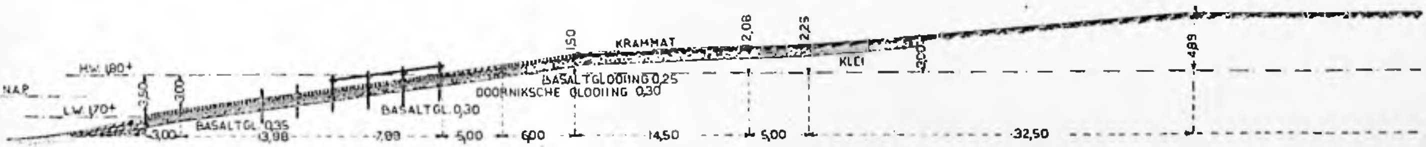


Fig. 5.



Fig. 6.

buitenberm, die een breedte van 10 à 30 M. heeft en slechts zóóveel hellend wordt gelegd, dat er géen water op kan blijven staan, waartoe een helling van 1 : 10 à 1 : 20 voldoende is.

Bij weinig aangevallen zeedijken vervalt deze buitenberm soms geheel, zie fig. 4, terwijl bij zeer blootgestelde dijken, zooals de Westkapelsche dijk (fig. 5) en de Hondsbossche en Pettemer Zeeweringen (fig. 6), het geheele buitentalud een zóódanige flauwe helling verkrijgt, dat de berm overbodig wordt. Bij genoemde zeeweringen was er ook aanleiding, den dijk een dergelijk profiel te geven, daar het hier geen door menschenhanden opgeworpen dijken geldt, maar afgevlakte duinen, die met een zware laag klei zijn bekleed en met steen verdedigd.

Op den buitenberm volgt het *buitentalud*; ook hiervoor is een flauwe helling (1 : 2 à 1 : 4) wenschelijk, om te voorkomen, dat bij hooge vloeden het talud wordt aangetast.

De *kruin*, gewoonlijk 3 à 4 M., soms wel 8 à 10 M. breed, wordt in enkele gevallen tot rijweg ingericht en verhard. Door sommigen wordt dit wel aanbevolen als middel, om het bovengedeelte van den dijk samen te drukken

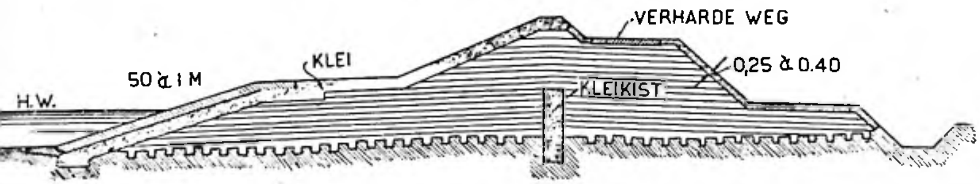


Fig. 7.

en dus meerdere vastheid te geven, maar daartegenover staat, dat de verharde kruin van een zeedijk, hoog boven het omliggende terrein uitstekend en zonder eenige beschutting tegen weer en wind, geen aangename verkeersweg is. Ook moet er op worden gerekend, dat de verharding, als bestaande uit steenstukken, zeer gemakkelijk wordt weggespoeld en niet als waterkeerend mag worden beschouwd, zoodat dus de waterkeerende hoogte van den dijk feitelijk met de verhardingsdikte moet worden verminderd.

Soms wordt de rijweg op de dijkskruin beschermd tegen overslaande golven door een *kap* of kade, aan de zeezijde aangebracht, zie fig. 7. Dit is wel een stap in de goede richting, maar toch is het beter, den straks te noemen binnenberm als rijweg in te richten.

Aan de kruin aansluitend, vinden we het *binnentalud*, dat steilere helling heeft dan het buitentalud. Hellingen van 1 : 1 komen wel voor, maar te verkiezen is toch een flauwere helling, b.v. 1 : 1½ of 1 : 2; men is echter afhankelijk van de grondsoort, waaruit de dijk is samengesteld.

De *binnenberm*, volgende op het binnentalud, is zeer geschikt om tot

rijweg te worden verhard, wanneer men ten minste zorgt, dat het bovenvlak 0.50 à 1 M. boven het maaiveld ligt, wat bovendien nog een stevigen voet aan den dijk verschaft.

De *bermsloot* vormt de afscheiding tusschen weg of dijk en het polderterrein en neemt het uit het dijkslichaam zakkende water op.

Nooit mag een bermsloot worden gelegd vlak langs den binnenteen of den hiel van den zeedijk: wordt de verharde weg niet aan de binnenzijde van den dijk aangebracht, dan moet er toch een voldoend breede binnenberm aanwezig zijn, om uitzakken van het binnentalud te voorkomen.

In 't algemeen zij men niet te zuinig bij het vaststellen van het dwarsprofiel van een zeedijk en vergete niet, op inklinking van den grond te rekenen, soms ook op zakking van het geheele dijkslichaam, als de grond, waarop de dijk wordt aangelegd, erg samendrukbaar is.

Ook ontwerpe men de *op-* en *afritten*, die evenwijdig met den dijk loopen, zóódanig, dat het dijksprofiel niet wordt ingesneden; het lichaam van den oprit moet tegen het dijkstalud worden aangelegd en dus een plaatselijke verzwaring vormen.

Hetzelfde beginsel moet worden doorgevoerd bij het bouwen van woningen, vuurtorens, lichtopstanden en dergelijke; zij moeten worden geplaatst op plateau's, zoodat het dijksprofiel onaangetast blijft bij het graven van fundeeringen enz.

Zeer af te keuren is het beplanten van zeedijken. Boomen kunnen door den storm worden ontworteld en in talud of kruin groote gaten doen ontstaan, die ernstig gevaar kunnen opleveren met het oog op doorbraak. Struikgewas houdt het op den dijk vallende water vast en bevordert het week worden der bovenlagen van de taluds.

Het beste materiaal voor het opwerpen van een zeedijk is ongetwijfeld *klei*, de minst waterdoorlatende der grondsoorten. Gewoonlijk is er echter niet genoeg klei aanwezig om den dijk geheel daaruit te doen bestaan, zoodat men dikwijls genoodzaakt is, zich met andere grondsoorten tevreden te stellen. Het kan zelfs wel voorkomen, dat een zeedijk uit zand — min of meer met andere grondsoorten vermengd — moet worden gemaakt.

Men moet er voor zorgen, dat de minst samenhangende grond verwerkt wordt aan het binnentalud en midden in het dijkslichaam; de beste grondsoorten komen aan de buiten- en bovenzijde. Wordt er aan het dijkslichaam geen klei gebruikt, dan moeten de beloopen en de kruin toch met een behoorlijk dikke kleilaag worden afgedekt, die aan de buitenzijde 0.50 à 1 M. dikte heeft; aan de binnenzijde kan met 0.25 à 0.40 M. worden volstaan.

De aansluiting van het dijkslichaam en het terrein, waarop de dijk zal worden aangelegd, de z.g. „*zate*", is van groot belang; is deze aansluiting

niet waterdicht, dan wordt de dijk onderloopsch, waardoor de waterkeering alle betrouwbaarheid verliest.

Tot het verkrijgen eener goede aansluiting worden, nadat de eventueel aanwezige zoden zijn opgenomen en ter zijde opgestapeld, langs de teenlijnen gleuven gemaakt, diep en breed 0.30 M., en het terrein tusschen deze gleuven of „*sponden*" diep omgeploegd; ook brengt men wel over de geheele breedte van de zate de genoemde sleuven aan op afstanden van 1 M., zie fig. 7. Verder past men wel, voornamelijk als het dijkslichaam uit zand bestaat, een z.g. „*kleikist*" toe. Deze bestaat uit een schijf klei, dik 1 M. en b.v. 2 à 3 M. hoog, die in de zate is ingelaten. De kleikist wordt tegelijk met het opwerpen van den dijk aangebracht, waarbij het dicht in elkaar stampen der klei noodig is met het oog op waterdichtheid.

Wordt de dijk van klei of van grond gemaakt, dan moet er voor gezorgd worden, dat deze behoorlijk fijn wordt gescherfd; wanneer groote kluiten worden verwerkt, kunnen er holligheden ontstaan, die later gelegenheid geven tot doorsijpeling van buitenwater.

Het ophoogen van het dijkslichaam geschiedt laagsgewijze, zóódanig, dat de lagen, die een dikte hebben van 20 à 40 cM., naar buiten afwateren, zie fig. 7; hierdoor wordt voorkomen, dat zich binnen in den dijk water verzamelt, wat tot slap worden der massa aanleiding kan geven. Wordt de ophooging met kruiwagens uitgevoerd, dan moeten de lagen zorgvuldig worden aangestampt; werkt men echter — zooals dikwijls voorkomt — met draagbaar spoor, dan drukt men de gestorte lagen in elkaar, door het spoor gestadig over het reeds gemaakte werk om te schiften.

De verschillende hoogtematen worden ruim genomen (overhoogte), zoodat, wanneer de ophooging is ingeklonken, de voorgeschreven hoogte- en breedte-afmetingen ook werkelijk aanwezig zijn.

De ter zijde geplaatste zoden van de zate worden gebruikt als bandzoden langs kruin- en teenlijnen en voor de bedekking van de buitenzijde van den dijk. De binnentaluds en bermen worden gewoonlijk bezaaid, tenzij in de buurt van het werk zoden tegen aannemelijken prijs te verkrijgen zijn.

Bij den aanleg van een dijk wordt deze in zijn geheel of in groote vakken gelijkmatig opgehoogd. Het heeft geen zin, groote hoogteverschillen te doen ontstaan; dit zou zelfs nadeelig kunnen zijn, met het oog op de waterdichtheid van de aansluiting van hooge en lage vakken. Ook kan een hoog opgewerkt dijkvak niet méér water keeren dan lage, nevenliggende gedeelten.

Om bij de uitvoering van werken, herstellingen enz. gemakkelijk de plaats daarvan te kunnen bepalen, worden — gewoonlijk langs de binnenkruinlijn — genummerde steenen — *hectometerpalen* — geplaatst.

HOOFDSTUK II.

BESCHERMING EN VERDEDIGING VAN DUINEN EN DIJKEN.

§ 7. Materialen en bouwstoffen. Alvorens de verschillende verdedigingswerken worden behandeld, moge hier volgen een opsomming en korte bespreking van de daarvoor meest gebruikte materialen en bouwstoffen en van enkele eenvoudige samenstellingen.

Achtereenvolgens worden behandeld:

a. Rijshout, in verschillende soorten en afmetingen.
b. Stroo.
c. Riet.
d. Palen.
e. Natuurlijke steen.
f. Kunstmatige steen.

a. *Rijshout* vindt in de waterbouwkunde, voornamelijk bij oeververdediging. een uitgebreide toepassing. Het wordt geteeld in de uiterwaarden (rijswaarden) onzer benedenrivieren — vooral langs de Merwede in de buurt van Gorinchem en Dordrecht — en ook op de Noord-Brabantsche kleigronden in den omtrek van Roosendaal en Breda. De rijswaarden leveren meerendeels het wilgenhout, terwijl in Brabant en Gaasterland de hardere houtsoorten, zooals esschen, berken, eiken, hazelaar en wervelhout, worden aangeplant.

Het *Geldersch rijshout* bestaat, behalve uit de reeds genoemde soorten, ook uit dennenhout.

Schouwsch rijshout, afkomstig van het eiland Schouwen, wordt niet meer verwerkt.

De rijswaarden worden niet aangelegd met het doel om hout voor waterbouwkundige doeleinden te verkrijgen, maar hoofdzakelijk voor het winnen van hout, waarvan banden (hoepels) worden vervaardigd voor vaten en tonnen (haringtonnen). Het in de waterbouwkunde gebruikte rijshout bestaat hoofdzakelijk uit materiaal, dat voor hoepelhout minder geschikt is, en uit afval.

Hollandsch en *Brabantsch rijshout* worden algemeen gebruikt; de andere soorten worden meer verwerkt in de streken, waar zij worden aangetroffen.

Onder rijshout verstaat men de eenigszins gesorteerde takken der boomen en struiken; gewoonlijk vindt geen verdere bewerking plaats, slechts in enkele gevallen worden *de bleezen* (bladdragende takjes aan het topeinde) verwijderd. Het rijshout wordt tot bossen samengebonden en ook meestal in dien toestand verwerkt.

Ook naar de afmetingen wordt het rijshout onderscheiden. *Latten* en *gaarden* zijn uitgezochte, zwaardere en zooveel mogelijk rechte takken, geschikt om langs palen of staken tot een *vlechttuin* te worden „gebreid" (gevlochten).

Gaarden zijn voorzien van de blees; bij latten, die ook wel *haringbanden* of *tuinlatten* genoemd worden, is de blees afgehakt.

De zwaarste takken worden op 1.10 M. à 1.35 M. afgehakt en heeten dan *palen* of *staken*. Dunnere staken worden veel verwerkt bij het maken van kribben en worden daarom *kribpalen* genoemd.

Slieten zijn zware takken van grootere lengte dan de staken en worden gebruikt o. a. bij het maken van pakwerken en in die gevallen, waar gewone staken te kort zijn.

Het zwaarste hout wordt tot *perkoenpalen* verwerkt; zij worden gebruikt voor steunrijen bij taluds en bij glooiingen, en een enkele maal als golfbrekers. Men heeft eiken en dennen perkoenpalen.

Dijkhorden noemt men vlechtwerken van palen of slieten en gaarden of latten; ze worden in voorraad gehouden en gebruikt tot afdekking van taluds enz. bij oeverafschuivingen, doorbraken en dergelijke onvoorziene gebeurtenissen. De afmetingen zijn gewoonlijk 2.30 M. lang en 0.70 M. breed.

Band, onderscheiden in *wiep-*, *knijp-* en *kruisband*, bestaat uit dunne, taaie en goed buigzame teenen.

Verdere gegevens betreffende rijshout enz. zijn verzameld in achterstaanden staat.

Benaming.	Houtsoort.	Lengte in M.	Dikte in cM.	OPMERKINGEN.
Hollandsch rijshout.				
Bossen Hollandsch rijshout.	3- à 4-jarig wilgenhout, waaronder 1/10 elzenhout wordt toegelaten.	2.75	bij den onderb. 45 à 50. bij den bovenb. 38 à 40.	De bossen worden gebonden met 2 banden, resp. op 0.30 en 0.80 M. van het aard- of bouteinde.
Bossen Holl. haringband of tuinlatten.	wilgenhout.	2.20	van elken band of lat op 60 cM. van het aardeind 5 à 8.	De banden of tuinlatten worden gebonden met 2 banden in bossen van 25 stuks. Het hout wordt van de bleezen ontdaan.
Bossen Holl. gaarden of latten.	wilgenhout.	3.—	van elke gaard op 60 cM. van het bouteinde 4.5 à 7.	De gaarden of latten gebonden met 2 banden in bossen van 40 stuks. Het hout is voorzien van de blees; deze mag boven de lengte van 3 M. worden afgekapt.
Palen of staken (z.g. Walchersche).	wilgenhout 1/10 elzenhout wordt toegelaten.	1.35	elke staak op 60 cM. van het aardeinde 11 à 16.	De staken bestaan voor 1/4 gedeelte uit aardeinden en worden met 2 banden gebonden in bossen van 10 stuks.
Slieten.	idem.	2.20	elke sliet op 60 cM. v. het aardeinde 13 à 18.	De slieten worden met 2 banden gebonden in bossen van 10 stuks.
Bossen wiepband.	wilgenhout.	1.10 à 1.30	elk bandje op 30 cM. v. het aardeinde 1.5 à 2.5.	De wiepbanden worden gebonden in bossen van 250 en 1000 stuks.
Bossen knijpband.	idem.	1.30 à 1.60	elk bandje op 30 cM. van het aardeinde 2 à 3.	Bossen van 25 à 1000 stuks.
Bossen kruisband.	idem.	2.—	elk bandje op 30 cM. van het aardeinde 3 à 4.	idem.
Brabantsch rijshout.				
Bossen Brabantsch rijshout.	4- of 5-jarig eiken, esschen, berken, hazelaar en wervelhout, waarbij 1/4 wilgen of elzen wordt toegelaten.	2.—	bij den onderb. 38 à 40, bij den bovenband 33 à 35.	De bossen worden gebonden met 2 banden, resp. op 0.30 en 0.70 M. van het bouteinde.

Benaming.	Houtsoort.	Lengte in M.	Dikte in cM.	OPMERKINGEN.
Bossen Brabantsch haringband.	idem.	2.20 à 3.—	van elken band op 60 cM. van het aardeinde 5 à 8.	De banden worden gebonden in bossen van 25 stuks. Het hout is voorzien van de blees.
Bossen Brabantsche gaarden.	idem.	2.70	van elke gaard op 60 cM. van aardeinde 4 à 5.	De gaarden worden met 3 banden gebonden in bossen van 10 stuks; ze zijn alle van de blees voorzien.
Brabantsche staken.	idem. voor niet méér dan 1/4 esschenhout.	1.20	van elken staak op 60 cM. van het aardeinde 10.	De staken moeten alle aardeinden zijn.
Geldersch rijshout.				
Bossen Geldersch rijshout.	3- à 8-jarig wilgen-, elzen-, dennen- of eikenhout.	3.80 à 4.40	bij den onderband 70, aan de topeinden in de blees 15.	De bossen zijn met 2 banden gebonden, de onderste band op 0.30 M. uit het aardeinde.
Geldersche kribpalen.	idem.	1.10 à 1.20	van elken paal op 10cM. van het aardeinde 15.	
Masten staken.	dennenhout.	0.9 à 1.10	in het midden 15.	
Geldersche gaarden of latten.	4-jarig rijswaarden- of 8-jarig eikenhout.	3.80 à 4.40	van elke lat op 60 cM. van het aardeinde 8 à10.	De gaarden worden met twee banden tot bossen gebonden, die dezelfde dikte hebben als de rijsbossen. Het hout is voorzien van de blees.
Gaasterlandsch rijshout.				
Bossen Gaasterlandsch rijshout.	berkenhout.	1.30 à 1.60	bij den band 50.	De bossen worden met één band gebonden. Het hout is getopt.
Perkoenpalen.				
Perkoenpalen.	dennen of eiken.	1.60	op 10 cM. van het aardeinde 30.	De palen worden gekruind en gepunt en zijn zonder schors.
Gekloofde palen.	idem.	1.60	op 10 cM. van het aardeinde minstens 75 cM^2. oppervlak.	idem.

Rijshout moet, om behoorlijk te kunnen worden verwerkt, versch, buigzaam en taai zijn; het moet daarom zijn van den vóórlaatsten hak.

Van dezen eisch kan voor perkoenpalen, staken en slieten worden afgeweken.

b. Stroo.

Voornamelijk bij het maken van kramwerken, het zetten van stroopoten en in 't algemeen bij werkzaamheden van tijdelijken aard, wordt nog vrij veelvuldig gebruik gemaakt van stroo. Men bezigt gerste-, haver-, tarwe- en roggestroo. De laatste twee soorten zijn het taaist en het sterkst en daarom ook het meest geschikt. Speciaal voor het doel gesorteerd stroo, dat daartoe van korte en kromme stengels wordt ontdaan, noemt men *glui*. Het stroo mag door overmatig dorschen niet te veel hebben geleden, maar het mag ook geen graan meer bevatten, daar de vogels dan spoedig het werk vernielen.

Het stroo wordt in bossen geleverd; de lengte daarvan bedraagt voor gerste- of haverstroo 0.90 M., voor tarweglui 1 M. en voor roggeglui 1.20 M.

De omtrek der bossen loopt uiteen, maar bedraagt ongeveer 1 M. op de helft der lengte.

Een enkele maal wordt voor de beugels van krammat het stroo vervangen door *sek*, een sterke taaie biessoort, waarvan de stengels ongeveer 1 M. lang zijn.

c. Riet.

Het riet wordt geteeld op schorren of gorzen (zie § 3). Men onderscheidt twee soorten: het *droog-*, *dek-* of *pijpriet*, dat op onrijpe schorren groeit, een lengte heeft van 2 à 2.50 M. en in November gesneden wordt; en het *groen-* of *bladriet*, dat op rijpe schorren wast en daarom fijner van structuur is, het wordt vroeger in 't jaar, n.l. in Augustus gesneden, wanneer het in vollen bloei (z.g. *in de pluim*) staat.

De laatste soort is voor waterbouwkundig werk méér geschikt dan de eerste.

De bossen droog riet zijn lang 2 à 2.25 M., ze zijn 1 M. in omtrek en worden met een mutsaardband gebonden.

Het groen- of bladriet wordt geleverd in bossen van 2 à 2.50 M. lengte en van 0.50 M. omtrek, met een band van hetzelfde materiaal gebonden.

Bladriet broeit en verstikt heel spoedig, wanneer het opgestapeld ligt en weinig lucht kan toetreden. Men dient hierop te letten, vooral bij het lossen eener lading, die eenigen tijd onderweg is geweest.

Onder water is het zeer duurzaam.

d. Palen.

Voor werken aan zee zijn palen onmisbaar. Men treft ze dan ook aan van de licht hanteerbare staken tot de 20 à 30 M. lange palen voor zeehoofden, remmingwerken, steigers en dergelijke, in allerlei vormen en soorten.

Eiken palen komen zeer veel voor, en wanneer de lengte niet te groot is, zijn inlandsche eiken palen zeer geschikt, vooral om hun hardheid en taaiheid.

Op plaatsen, waar de paalworm zijn vernielend werk verricht, kunnen alleen hardere houtsoorten worden gebruikt, waarvoor dan in aanmerking komen palen van West-Indische, Oost-Indische, Zuid-Amerikaansche en Australische herkomst. Onder deze houtsoorten nemen *djati*, *groenhart*, *manbarklak*, *blue-gum* en *jarrah* een eerste plaats in; wel zijn er nog zeer veel andere geschikte houtsoorten, maar de genoemde genieten meestal de voorkeur, daar hun deugdelijkheid door veeljarig gebruik is bewezen.

e. Natuurlijke steen.

Zoowel tot verdediging van het waterbeloop onzer zeeweringen, als tot het bedekken van aangevallen onderzeesche oevers, wordt op ruime schaal gebruik gemaakt van natuurlijke steen. Als algemeene regel geldt daarbij, dat de meest regelmatige stukken boven laagwater worden verwerkt, terwijl die, welke door vorm en afmetingen minder geschikt zijn om een behoorlijk aaneensluitende bekleeding te vormen, onder water als ballast of zinksteen worden gebezigd.

De meest gebruikte steensoorten zijn: *Basalt*, *Doorniksche steen*, *Lessinesche steen*, *Vilvoordsche steen*, *Drentsche* en *Noorsche steen*.

Basalt is een vulkanisch gesteente, dat uitmunt door groote hardheid en gelijkmatigheid van structuur; het wordt dan ook het meest gebruikt. Het wordt aangetroffen in prisma's van drie- en veelhoekige doorsnede (*zuilenbasalt*), maar het komt óók in plaatvorm voor (*tafelbasalt*).

Het hier te lande gebruikte basalt wordt uit Duitschland betrokken. Oberkassel, Unkel en Linz zijn bekende vindplaatsen. De goede soort is blauw tot zwart van kleur, heeft een helderen klank en is op de breuk zéér scherp.

Voor glooiingsteen worden de meest regelmatige steenen uitgezocht; ze worden op hun kop geplaatst en hebben een dikte van 20 tot 35 cM. overkruis gemeten. De lengte der steenen is dus met eenige speling gelijk aan de voorgeschreven glooiingdikte.

Verder wordt geleverd tafelbasalt in platte stukken van 15 à 20 cM. dikte, met zijden van 30 à 60 cM.

Gewoon basalt bestaat uit stukken, onregelmatig van vorm, zwaar minstens 20 K.G., terwijl verder nog gebruikt worden *schrotbasalt* of *afval*, en *kogelbasalt*, bestaande uit stukken van minstens 8 K.G.

Een der voornaamste gebreken van basalt is het voorkomen van z.g. „*zonnebrand*". Bij nieuw aangevoerde steen is het gebrek niet te zien; na eenigen tijd echter vertoonen zich op de opppervlakte vlekken van iets lichtere kleur dan de steen. Deze vlekken hebben een doorsnede van 2—20 mM. en moeten wel onderscheiden worden van de in de A. V. genoemde witte sterretjes, die niets met zonnebrand hebben uit te staan en ook niet op eenig gebrek wijzen. Na verloop van tijd treden in de bewuste vlekken scheurtjes aan den dag en de steen verandert in een massa onsamenhangende brokken en korrels, die hem reeds bij een lichten hamerslag uiteen doet vallen. Zonnebrand ontstaat niet door de werking van de zonnestralen; het gebrek is reeds bij den aanvoer in den steen aanwezig, maar komt eerst aan het licht, als de steen aan de buitenlucht is blootgesteld.

Doorniksche steen is een kalksteensoort, die wordt gevonden in de groeven te Doornik en Basseeles.

Hoewel deze steensoort in qualiteit achterstaat bij basalt, heeft ze het voordeel van in groote afmetingen verkrijgbaar te zijn en is daarom aan te bevelen voor zware steenbestortingen en bij steunrijen van zwaar aangevallen steenglooiingen.

Een nadeel is, dat de steen onder sommige omstandigheden blootstaat aan verweering, afschilfering enz.

Doorniksche steen wordt in drie soorten verdeeld. De *gesorteerde* of *bloksteen* is van vierkanten of rechthoekigen vorm, 40 à 50 cM. lang en 40 cM. breed, de hoogte is 20 à 40 cM.

Gewone steen is onregelmatig van vorm en heeft een gewicht van 50 tot 220 K.G.; wil men deze steen gebruiken om er rijsbeslag mee af te dekken, dan zoekt men daartoe steenen uit, die één vlakken kant hebben, om daarop te worden neergevlijd.

Afval is steen van geheel onregelmatigen vorm en moet minstens 10 K.G. wegen.

De steen heeft een loodgrijze kleur.

Lessinesche steen komt uit de groeven in den omtrek van Lessines (Henegouwen). Het is een grove porfiersoort, van gelijke geaardheid als de veel gebruikt wordende Quenastkeien. Doordat de stukken met springladingen worden losgemaakt, zijn zij zeer onregelmatig van vorm, zoodat het bezwaarlijk is, er een goed aaneengesloten bedekking mede te maken. Door de groote hardheid wordt de steen voor glooiingwerken niet verder bewerkt. De kleur is grijsgroen met roode en bruine spikkels.

De steen wordt onderscheiden in: *Glooiingsteen*, eenigszins regelmatig van vorm en wegende minstens 25 K.G.

Gewone steen is zonder regelmaat in den vorm en weegt minstens 50 K.G., terwijl men onder *afval* verstaat steenstukken van ongeveer 10 K.G. zwaarte.

Vilvoordsche steen. Hieronder verstaat men een zandsteensoort, die in

de groeven bij Vilvoorde (België) wordt gevonden. De steen is grijsgeel van kleur en vrij sterk aan afslijting onderhevig, waarom ze dan ook tegenwoordig weinig meer wordt toegepast. Wegens den betrekkelijk lagen prijs wordt ze nog wel eens gebruikt bij weinig aangevallen zeeweringen, bij steenbestortingen en bij herstellingswerken.

Vilvoordsche steen wordt onderscheiden in: *Gesorteerde steen*, lang 25, breed 22, dik 8 cM.; *gewone steen*, die onregelmatig van vorm met één vlakken kant is en 6 K.G. weegt; verder het *afval*, bestaande uit ruwe brokstukken van 3 K.G. gewicht.

Drentsche en *Noorsche steen*. Vroeger méér dan tegenwoordig werd voor zeeweringen gebruik gemaakt van Drentsche en Noorsche steen, z.g. *rol-* of *zwerfsteenen*, uit diluviale gronden uitgegraven. Uit den aard der zaak zijn de steenen zeer onregelmatig van vorm; zij worden niet naar grootte of gewicht gesorteerd. Ze komen in zeer groote afmetingen voor en bezitten een groote hardheid. Men vindt ze gewoonlijk verwerkt in de nabijheid der vindplaatsen (Oostkust van de Zuiderzee).

Ook wordt nog een enkele maal melding gemaakt van *Luiksche* en *Namensche steen*, die wordt betrokken uit groeven langs de Maas; deze steensoorten worden onderscheiden in *glooiing-* of *zetsteen* van 35 à 60 K.G. gewicht en in *stortsteen*, wegende minstens 5 K.G. per stuk.

Ballast. Van alle bovengenoemde steensoorten worden de meest onregelmatige stukken bestemd voor z.g. „ballast" of *zinksteen*; hiervoor komen die soorten in aanmerking waarvan het soortelijk gewicht minstens 2.3 bedraagt; het gewicht der stukken varieert tusschen 5 en 60 K.G.

Bij oeverwerken, waar weinig golfslag optreedt en geen of weinig stroomschuring te verwachten is, kan dikwijls voor ballast gebruik worden gemaakt van grove *grint* en van *zand*.

Deze materialen, die meer bij rivierwerken worden aangewend, worden gewoonlijk dicht bij de te maken werken gebaggerd en vormen dus een in hun soort goedkoop ballastmateriaal. Ook het hierna te noemen puin wordt als ballast gebruikt.

Schorkloeten of *kloetelingen* zijn uit rijpe schorren gestoken kleiteerlingen van 16 à 20 cM. zijde. Zij worden — behalve voor het opzetten van steile beloopen, — wanneer ze in de nabijheid der dijkwerken kunnen worden gestoken, wel als ballast gebruikt en vormen dan een uitstekende bescherming van de zinkstukken tegen de vernietigende werking van den paalworm.

f. Kunstmatige steen.

Kunstmatige (gebakken) steen wordt als glooiingsteen aan zeeweringen zelden gebruikt, behalve een enkele maal bij dijkvakken, die slechts zelden door de golven worden beloopen. Vroeger, toen de aanvoer der nu gebruikelijke steensoorten met meer moeilijkheden en kosten gepaard ging

dan tegenwoordig, heeft men wel proeven genomen met speciaal voor dit doel gebakken glooiingsteenen, die afmetingen hadden van 0,42 × 0,42 × 0,20 M., maar deze proeven zijn niet geslaagd, omdat de steenen niet voldoende hard bleken te zijn. Bij rivierwerken vindt de kunstmatige steen meer toepassing, en wel in den vorm van gestrate glooiing of van puinglooiing. Als ballastmateriaal bij rivierwerken wordt veel van gebakken steen gebruik gemaakt.

Men onderscheidt *brikken* en *puin*.

Onder brikken verstaat men meer in 't bijzonder afval van nieuwe gebakken steen, terwijl puin de algemeene naam is voor steenstukken, afkomstig van oud metselwerk en van versleten bestratingen.

De steenstukken zijn van verschillende hoedanigheid, maar stukken van mindere hardheid dan boerengrauw worden in 't algemeen niet toegelaten.

Wat de afmetingen betreft, deze mogen voor 4/5 van de partij niet kleiner zijn dan 1/2 steen en voor de rest niet kleiner dan een klezoor.

Wordt een bestorting met puin of met brikken uitgevoerd, dan worden aaneengebakken klompen of stukken oud metselwerk tot een gewicht van 20 K.G. toegelaten.

Wiepen. Onder wiepen verstaat men rollen van rijshout, die een omtrek van 40 cM. hebben. Voor het maken („*spinnen*") der wiepen worden de rijsbossen losgesneden en wordt het hout zoodanig in elkaar geschoven, dat de aardeinden door de bleezen worden ingesloten. Dit spinnen der wiepen geschiedt op een z.g. *wiepstelling*, zie fig. 59.

Het in elkaar geschoven rijshout wordt nu sterk samengeknepen door het aanbrengen van één knijpband per 50 cM. lengte (op dezen afstand staan ook de jukjes van de wiepstelling) en door drie wiepbanden tusschen iedere twee knijpbanden. Voor het goed sluitend omleggen der banden wordt van een *knijper* (fig. 63) gebruik gemaakt.

Bij werken, waar gevaar voor afscheuring der wiepen zou kunnen bestaan, worden ze wel omwikkeld met gegalvaniseerd ijzerdraad; aan de windingen geeft men een spoed van 1.50 M.

Om de wiepen bij het verwerken behoorlijk te kunnen behandelen, maakt men ze in den regel niet langer dan 50 M.; is de benoodigde lengte grooter, dan spint men de stukken van 50 M. in het werk aan elkaar.

Wiepen worden gebruikt bij het maken van zinkstukken, kribben, baardwerken, bleeslagen, pakwerken enz.

Vlechttuinen. Vlechttuinen zijn strooken vlechtwerk, vervaardigd van haringband of tuinlatten, die om in den grond geslagen palen of staken worden gevlochten.

Zij dienen om rijslagen aan den bodem te bevestigen, verder tot steun voor steenbedekkingen en ook wel om — bij kanalen en grachten —

het afschuiven en afkalven van taluds op de waterlijn tegen te gaan.

De afstand der staken bedraagt 35 en 40 cM. resp. bij gebruik van Brabantsch en Hollandsch rijshout.

De latten worden bij drie stuks tegelijk, die een z.g. „*steek*" vormen, over en weer om de palen gevlochten, zooals fig. 8 aangeeft; daaruit blijkt ook, dat eerst bij den 5en staak de volle breedte of hoogte van den tuin wordt bereikt. Bij het begin wordt daarom de tuin met twee haringbanden versterkt, ook kan men bij de eerste staken den tuin verzwaren door met één of twee steken vanaf den 4en of 5en staak naar het begin toe terug te werken en deze steken lusvormig om den eersten staak om te buigen (zie de stippellijnen in de figuur).

Om te verhinderen, dat het vlechtwerk langs de staken naar boven schuift, bestemt men iederen vierden staak voor ankerstaak; hiertoe worden zware, gave staken uitgezocht, waardóór aan den kop, loodrecht op de richting van den tuin, een vierkant ijzeren boutje, draadnagel of houten spie — z.g.

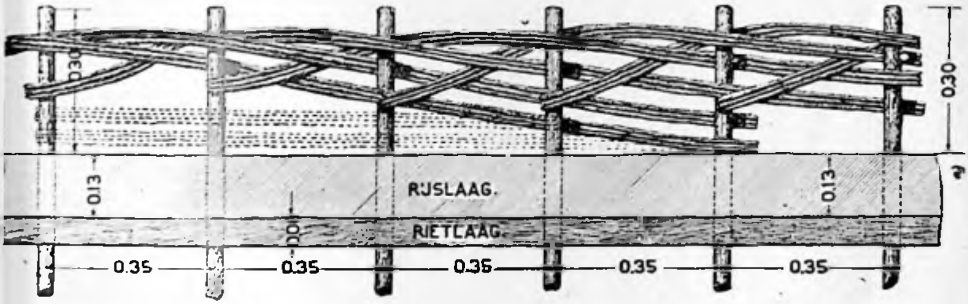


Fig. 8.

„*sleutel*" — wordt geslagen. Het gebruik van houten sleutels is af te keuren, daar dit gewoonlijk aanleiding geeft tot het scheuren der staakkoppen, omdat het hakken van het gat door den kop meestal zeer onvoldoende wordt uitgevoerd.

Nadat de tuin is „gebreid", wordt hij met den voet langs de staken naar beneden gedrukt en ná het aanbrengen der boutjes, spijkers of spieën tegelijk met de staken naar beneden geslagen, totdat de tuin stevig in elkaar is gedrukt. De afgewerkte tuin heeft een hoogte van 18 cM.

De koppen der staken, die vóór het inslaan worden *gekruind* — d. w. z. van een rondgaanden vellingkant voorzien — steken 5 cM. boven den tuin uit. Met het oog op scheuren neemt men hiervoor bij de ankerstaken 10 cM.

Niet altijd vlecht men de latten bij drie stuks tegelijk.

Er is geen bezwaar tegen, de latten bij één of twee stuks tegelijk te vlechten: dit is bij het zware Geldersche rijshout zelfs noodig.

§ 8. *Duinverdediging*. In het voorgaande is er reeds op gewezen, dat de duinen bestaan uit zeer beweeglijk zand. Als gevolg hiervan zijn ze niet weinig aan vormverandering onderhevig, voornamelijk door de werking van den wind. Het zal dus noodig zijn, ten einde verstuiving tegen te gaan, het zand zooveel mogelijk vast te leggen. Vooral in de binnenduinen en aan de landzijde heeft de natuur zelve hierin voorzien en treft men duinmos, duindistels en duindoorns aan, die het zand op voortreffelijke wijze binden; maar er blijven — vooral aan de zeezijde — toch nog zeer veel onbegroeide plaatsen over.

Deze worden beplant met *helm*, een lange en zeer taaie grassoort, die zelfs in het dorre, droge duinzand nog zeer goed groeit. De benoodigde



Fig. 9.

helmplanten worden verkregen, door ze te steken op plaatsen, die dicht met helm zijn bezet en waarbij gezorgd moet worden, dat geen kale plekken ontstaan. Het steken geschiedt, door op een diepte van 20 à 25 cM. de helmwortels met een spade in vrijwel horizontale richting door te snijden. De gestoken helm wordt in bosjes, die op 15 cM. van het ondereind 6 à 8 cM. omtrek hebben, uitgeplant, op onderlinge afstanden van 50 cM. Bij zoo'n uit te planten bosje moeten minstens zes halmen voorzien zijn van twee wasbare knobbels (botten of leden) aan het ondereinde. De helm wordt niet te lang — hoogstens enkele dagen — vóór het planten gestoken; ná het planten wordt het zand om de helmplanten flink met den voet aangestampt.

Het steken en verplanten van helm mag alleen in 't natte jaargetijde en dan liefst bij regenachtig weer geschieden; dàn alleen zullen de meeste planten blijven doorgroeien. Verder is het gewenscht, helm, die op hooge plaatsen is gegroeid, weer op hooge gedeelten uit te planten, en helm die op 't Zuiden of op 't Noorden gestaan heeft, ook weer tegen diezelfde windstreek te plaatsen.

Wanneer groote oppervlakken beplant moeten worden, is er gewoonlijk niet voldoende helm voorhanden; er worden dan tusschen de helmplanten *stroopoten* verwerkt.

Deze bestaan uit stroowisschen (bundels), die ter halver lengte worden saamgevouwen en een omtrek hebben van 15 cM., overeenkomende met den handgreep van een werkman. De stroopoten worden geplaatst op rijen, die een afstand van 0.50 M. hebben; de afstand der poten in de rij is even groot (fig. 9).

Evenals helmplanten worden ook stroopoten geplaatst in gaten van ongeveer 20 cM. diepte en na het poten goed aangestampt.

Bij algeheel gebrek aan helmplanten worden wel heele duinvlakken met stroopoten bezet.

Tarwestroo is voor stroopoten het beste.

Men heeft indertijd op Walcheren proeven genomen met het aanplanten van jonge dennen in de duinen, ter vervanging van helmplanten- en stroopotenbezetting, maar de daarmee bereikte resultaten waren niet bevredigend.

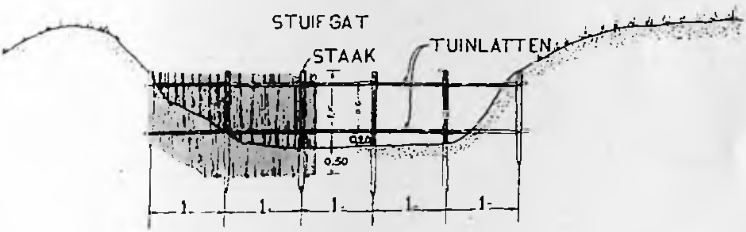


Fig. 10.

Soms ontstaan, door de werking van den wind, in het duin z.g. *stuifgaten*, diepe kuilen, waaruit de wind het zand opwoelt. Bij niet tijdig ingrijpen worden deze gaten voortdurend grooter en kunnen oorzaak worden van veel zandverlies.

Men beperkt dit euvel door het plaatsen van z.g. *rijsschuttingen*, bestaande uit naast elkaar geplaatste bossen rijshout. De bossen worden niet losgesneden, maar wel van de blees ontdaan. Om de schutting een goeden vasten stand te verzekeren, graaft men een greppel ter diepte van ongeveer 50 cM. en plaatst daarin de rijsbossen, drie per Meter lengte; verder slaat men op afstanden van 1 M. Walchersche staken in het zand en klemt de rijsschutting

vast tusschen twee rijen tuinlatten op 0.20 en 0.80 M. hoogte; de tuinlatten worden met taaie teenen aan de staken verbonden (fig. 10).

In enkele gevallen laat men staken en tuinlatten weg (fig. 11).

Het gebeurt niet zelden, dat ten gevolge van hooge waterstanden en de werking van den wind het buitentalud van het duin zeer steil uit het strand oprijst. Wanneer dit het geval is, bestaat er gevaar, dat dit talud zal afschuiven, hetgeen zandverlies en versmalling van den buitenduinregel ten gevolge heeft. Om dit te voorkomen, tracht men aan den voet van het steile talud zand aan te winnen, om aldus een berm te vormen, die het te steile talud steun geeft en verder onderuitschuiven belet. Men plaatst



Fig. 11.

daartoe *rijsschermen* of *rietschermen*, die ten doel hebben, het stuivende zand op te vangen en vast te leggen.

De rijsschermen worden geplaatst evenwijdig met den duinvoet en op afstanden van 3 à 4 M.; tusschen de langsschermen worden dwarsschermen geplaatst, die 10 M. van elkaar verwijderd zijn en in verband verspringen, zie fig. 10—12; de richting der dwarsschermen is ongeveer loodrecht op de heerschende windrichting.

Voor de rijsschermen aan den duinvoet worden de bossen losgesneden en de bleezen niet afgehakt.

Tot hetzelfde doel bezigt men ook rietschermen. Men gebruikt hiervoor droog- of dekriet en verwerkt één bos per strekkenden Meter. Het riet

wordt, nadat de greppel waarin het is geplaatst, gevuld is en aangestampt, op 0.60 à 1 M. boven den grond afgesneden (fig. 13).

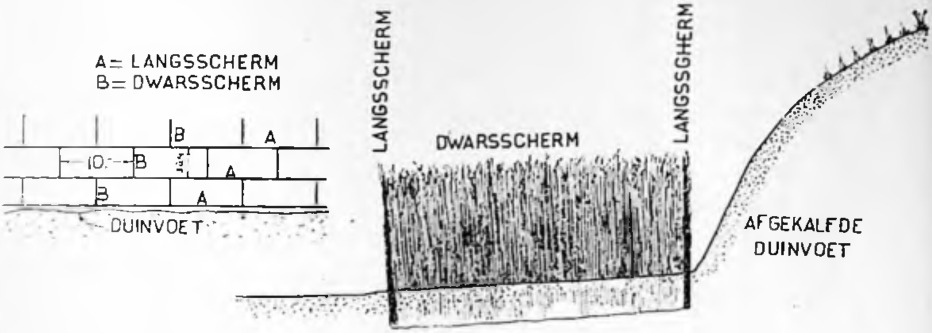


Fig. 12.

Ook rietschermen worden soms gesteund, door op 0.30 en 0.80 M. boven



Fig. 13.

den grond aan beide zijden een Hollandsche lat aan te brengen, welke latten weer bevestigd worden aan de op 1 M. afstand ingeslagen staken.

Het is van belang, het opgestoven zand behoorlijk te vlakken en te verspreiden: doet men dit niet, dan houdt spoedig de zandaanwinning op.

Zijn de rijs- of rietschermen geheel of gedeeltelijk ondergestoven, dan moeten de langs- en dwarsschermen zeewaarts worden uitgebreid.

Rijsschermen zijn beter dan rietschermen, het grovere rijshout laat het stuivende zand beter door dan het vrijwel dichte rietscherm: de laatste hebben door hun grootere stijfheid ook meer van den wind te lijden en voldoen in 't algemeen minder goed.

In plaats van rijs- of rietschermen, maakt men, om den duinvoet te verhoogen, ook wel gebruik van stroo- en rietpoten. De stroopoten zijn dezelfde

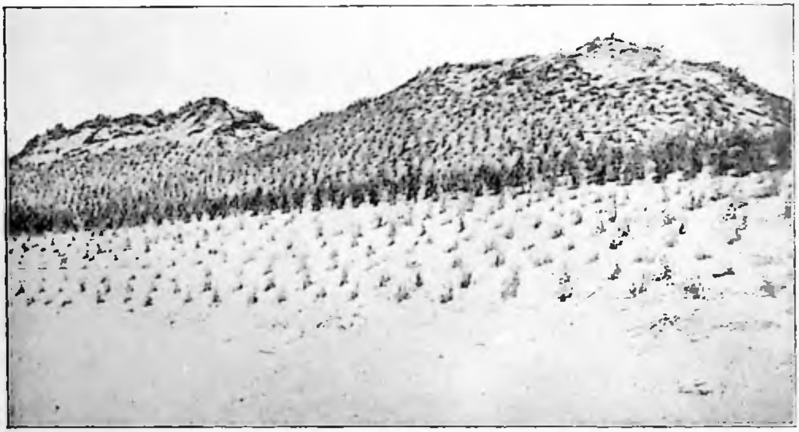


Fig. 14.

als die, welke in de duinen worden gebruikt: voor de rietpoten wordt groen- of bladriet gebruikt, dat ter halver lengte wordt samengevouwen.

Evenals bij de stroopoten bedraagt de afstand der rijen, zoowel als die der poten, onderling 0.50 M. (fig. 14).

De behandelde middelen tot zandaanwinning en verhooging van den duinvoet kunnen alleen worden toegepast, wanneer het strand nabij den duinvoet zóó hoog is, dat het zand voldoende droog wordt om door den wind te worden verplaatst.

Verkeert het strand in zoo'n ongunstigen toestand, dat met iederen hoogwaterstand de duinvoet door het water wordt bespoeld, dan moet deze op kunstmatige wijze worden verdedigd. De duinvoet wordt dan, zoo noodig, met aangevoerd zand gevlakt en onder een helling van 4 à 6 op 1 gebracht;

dit talud wordt afgedekt met een kleilaag van 0.5 à 1 M. dikte en hierop wordt dan een glooiing van natuursteen of gewapend beton aangebracht, zooals later voor zeedijken zal worden beschreven.

DIJKSVERDEDIGING.

§ 9. **Bezoding en bezaaling.** Al onze zeedijken zijn met gras begroeid, en hoewel dit grasgewas niet direct een verdediging der taluds vormt, toch kan het niet worden gemist. De krullende wortelstokken van de grasplant vormen met de vele fijnere bijwortels een taaie mat, *grasnerf* genaamd, die de kleibekleeding van den dijk voor uitdrogen behoedt; bovendien verhindert ze het wegspoelen der klei bij langdurig nat weder. Op gronden, die bij ieder tij met water bespoeld worden, kan gras niet groeien; ook op steile taluds leidt het een kwijnend bestaan.

Men verkrijgt het spoedigst grasnerf op een beloop door overplanting, d. w. z. men snijdt op een daartoe geschikt terrein zoden en belegt daarmede de beloopen van den nieuwen dijk. De meest geschikte tijd hiervoor is in Februari en Maart, hoewel men ook in den winter bezoding kan aanbrengen, mits men bij vriezend weer het werk staakt.

Voert men in den zomer een bezoding uit, dan krullen de zoden, bij gebrek aan het noodige vocht, spoedig op en schuiven langs het talud naar omlaag.

Passende afmetingen voor zoden zijn: kleizoden uit buitendijksche kleigronden gestoken 20 à 25 cM. in 't vierkant en 4 à 5 cM. dikte, en voor zoden van weilanden 6 à 7 cM. dikte en 30 à 35 cM. in 't vierkant.

De te bezoden beloopen worden vooraf ter diepte van eenige cM. omgeroerd en fijngescherfd, om den wortels der zoden een lossen bodem te verschaffen, waarin zij gemakkelijk kunnen doordringen. Men noemt dit het „*aanslaan*" der zoden.

Vanaf den teen van het werk worden de zoden op het beloop gelegd; het werk wordt uitgevoerd in rijen, waarin de zoden in 't verband verspringen. Iedere rij wordt na het leggen recht afgestoken en de zoden worden met den voet flink op het talud en tegen elkaar gedrukt. Vochtig weer is voor het werk bij uitstek geschikt. Het vast op het talud drukken der zoden wordt door het bewerken met de zodenplak bevorderd. Na het aanplakken wordt de bezoding met een laagje kruimelaarde afgedekt; dit dient om de tusschenruimten te vullen en eenige bescherming te geven tegen uitdrogen door wind en zonneschijn. Bij gemis aan kruimelaarde wordt in plaats daarvan wel eens vochtig zand verwerkt.

Vooral wanneer men niet in 't vochtige jaargetijde werkt, is het aan te raden, de zoden vóór het aanplakken met de schop flink te scherven, om daardoor opkrullen en uitdrogen te voorkomen.

Soms worden de zoden niet even groot en vierkant gesneden, maar bestaat de bezoding uit onregelmatige stukken, die zoo goed mogelijk sluitend tegen elkaar worden gelegd.

Men zij er op bedacht, dat het voor het verkrijgen eener goede grasbezetting noodig is, de zoden te leggen op soortgelijken grond als die, waarvan ze zijn afgestoken.

Heeft men dus voor de kleibekleeding van een dijk gebruik gemaakt van schorgrond, dan belegge men dezen niet met zoden uit binnendijks gelegen weilanden, maar gebruike dan schorzoden.

Een onder niet te ongunstige omstandigheden aangebrachte bezoding is binnen één jaar tot grasnerf vergroeid.

Bij gebrek aan zoden, worden de dijksbeloopen bezaaid; de kruin- en teenlijnen van het werk worden echter altijd met een rij *bandzoden* bezet. Zoo mogelijk worden ook hier en daar stukken talud bezood; dit bevordert het vlug begroeien der bezaaide vlakken en verhindert uitspoeling bij hevigen regenval.

Het bezaaien geschiedt in 't najaar of in 't voorjaar, waarbij de te bezaaien stukken flink worden omgewoeld en losgemaakt door middel van een hark.

Een goede grasnerf eischt weinig onderhoud, men zorge echter voor het verwijderen van onkruid in het voorjaar; ter voorkoming van rotting en verstikking der wortels moet het gras op gezette tijden worden gemaaid.

Beweiding der dijksbeloopen is zeer nuttig; hierdoor wordt voldoende bemesting verkregen en wordt de grasnerf goed aangedrukt. Op oude, gezeten dijken kan alle vee worden toegelaten, op nog versche dijken kan beweiding door hoornvee en paarden schadelijk werken; dit is ook het geval bij langdurig nat weer, waardoor de grasnerf week wordt en door het betreden der dieren wordt beschadigd, zoodat beweiding tusschen September en April in den regel verboden wordt.

§ **10. Krammat.** Zooals de naam reeds aanduidt, bestaat krammat uit een mat van stroo of van riet, die op een talud wordt gespreid en in het zand of in de kleibekleeding wordt vastgehecht door middel van *krammen*, *beugels* of *poten*, waarvoor alleen stroo wordt gebruikt.

Krammat werd vroeger véél meer toegepast dan tegenwoordig, zelfs zwaar aangevallen zeedijken waren er mede verdedigd; hierbij mag echter niet worden vergeten, dat men toen de mat grootere dikte gaf en haar ook overigens van zwaardere samenstelling maakte.

Wegens haar uit den aard der zaak groote vergankelijkheid heeft men met deze wijze van taludverdediging vele teleurstellingen ondervonden en, mede als gevolg van andere omstandigheden, is tegenwoordig het gebruik van krammat beperkt tot het bedekken van versche, nog niet ingeklonken

taluds, het voorloopig herstellen van door storm of hoogwater beschadigde vakken, en meer dergelijke werken van in 't algemeen zeer tijdelijken aard. Ook bij beloopen, die slechts een enkele maal door hooge vloeden worden bespoeld, vindt men nog wel krammat toegepast, tot bescherming van de grasnerf.

Taluds, die bij ieder hoogwater door de golven worden beloopen, kunnen niet met krammat worden verdedigd; de samenstellende materialen zouden spoedig verrot zijn. Evenmin kan men krammat aanbrengen op bermen, die slechts een zeer flauwe helling hebben; immers, wanneer het water niet spoedig genoeg terugloopt, dringt het te veel in de mat en in het onderliggende talud, waardoor de eerste niet vlug genoeg kan opdrogen en als gevolg daarvan spoedig verstikt.

Al naar het doel, waarvoor de mat dient, maakt men een *zomermat* of een *wintermat*.

Zomermat. Deze krammat is zeer licht van samenstelling en dient alleen tot het vasthouden eener pas aangebrachte bezoding en om het uitdrogen der versche zoden te voorkomen. In tegenstelling met een wintermat, die meer een afdekkende en verdedigende functie heeft, wordt het „*spreidsel*" zeer licht genomen. Daar dit soms nog te dik wordt geacht voor de goede ontwikkeling van het gras, laat men dan zelfs het spreidsel weg en brengt alleen de na te noemen beugels aan, die de zoden het opkrullen en afschuiven beletten.

Voor het spreidsel gebruikt men stroo (glui), droog riet en sek. Het laatste zeer zelden.

Voor zomermat is het spreidsel ongeveer 1/2 cM. dik; bij voorkeur bezigt men hiervoor riet, omdat het stroo een te dichte afsluiting geeft en den grasgroei belemmert.

Vooraf moet het talud behoorlijk vlak gemaakt zijn, o. a. door het vullen van kuilen en bijwerken van oneffenheden.

Het spreidsel wordt zoo vlak mogelijk gelegd, loodrecht op de richting van den dijk. De aareinden moeten de stoppeleinden van de voorgaande laag voldoende dekken. Hoe ver de stoppeleinden der opvolgende spreidsellagen over elkaar moeten vallen, hangt af van de lengte van het stroo of van het riet. Voor zomermat kan dit in den regel 0.50 M. bedragen. Men zegt dan, dat de lagen 50 cM. worden „*afgetrokken*".

Voor de beugels wordt uitsluitend rogge- of tarweglui gebezigd. Riet is hiervoor niet bruikbaar. Een enkele maal gebruikt men sek. Tot het verkrijgen van meerdere lenigheid wordt de glui vóór 't gebruik vochtig gemaakt en in dien toestand opgeslagen.

Vroeger vormde men de beugels door een *wisch* (handgreep) glui op te nemen en sterk in elkaar te draaien, zoodat een beugel méér het uiterlijk had van touw. Men heeft deze methode laten varen, omdat door het sterke

wringen bij het draaien der beugels vele strooha1men afbraken; daarom laat men tegenwoordig bij zomermat en bij bebeugeling de beugels geheel plat.

De gedeelten van den beugel, die in den grond worden gedreven, noemt men *poten*, de afstand der poten heet de *spanning* van den beugel.

Bij het krammen neemt de krammer een beugel, legt dezen op het spreidsel en drukt het éénc beugeleinde in den grond; op een afstand hiervan, gelijk

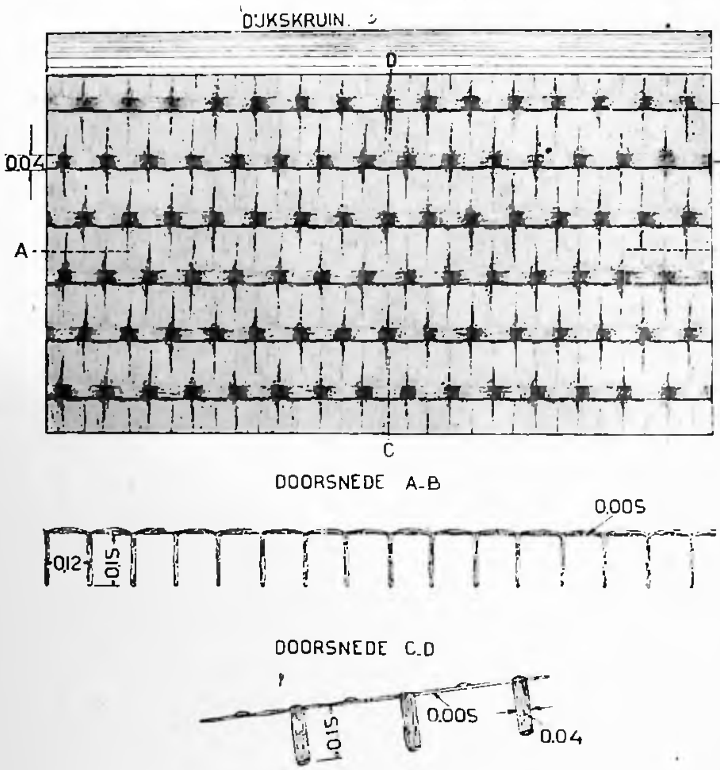


Fig. 15.

aan de spanning, wordt het andere einde in den grond gedreven en tegelijk het einde van een nieuwen beugel meegenomen. Voor zomermat bedraagt de spanning der beugels 12 cM.; de diepte der poten is in vaste gronden 15 cM., in nieuwe, nog losse gronden 18 cM. (fig. 15).

De beugels zijn breed 4 à 5 cM. en 1/2 cM. dik.

Een aaneengeschakelde rij beugels noemt men een *regel*; de afstand hart op hart hiervan bedraagt bij zomermat 15 à 16 cM.

Wanneer in 't voorjaar het gras begint uit te spruiten, worden de beugels van de zomermat losgesneden en het spreidsel opgenomen, om het jonge gras niet in zijn groei te belemmeren. De poten worden echter niet uitgetrokken, omdat daardoor de teere graswortels te veel zouden worden beschadigd.

Het in den grond drijven der poten geschiedt met een z.g. *kramspade;* dit is een hardhouten stok, aan het ondereinde waarvan een stuk zwaar bandijzer is bevestigd, dat in twee tanden eindigt. Met de zwaarte van zijn lichaam drukt de krammer de spade in den grond; om dit te kunnen doen, maakt hij gebruik van een z.g. „*kramlap*", een ietwat holle ijzeren plaat, die door een riem om het lichaam, op z'n plaats wordt gehouden.

Wintermat. Zooals de naam reeds aanduidt, moet deze mat des winters dienst doen en is ze daarom van sterker samenstelling dan de zomermat.

Het spreidsel bestaat uit stroo, soms ook wel voor de helft uit riet en voor de helft uit stroo. Wordt ook riet gebruikt, dan wordt dit als boven- of deklaag gebezigd, terwijl men boven vloedshoogte bladriet of droogriet en daarbeneden altijd bladriet gebruikt.

De dikte van het spreidsel bedraagt 1.5 cM., wanneer dit geheel uit stroo bestaat, en 1.75 cM., wanneer half stroo en half riet wordt gebruikt. Op nieuwe gronden wordt steeds 2 cM. dik gespreid.

De beugels, die hier min of meer worden gedraaid, hebben een omtrek van minstens 7 cM. De spanning der beugels bedraagt 10 cM. en de afstand der regels 11 cM. midden op midden. De diepte der poten bedraagt in oude, vaste gronden 12 cM., in nieuwen, nog lossen grond 18 cM.

Men rekent, dat in oude gronden twee beugels en in nieuwe gronden één beugel uit de lengte van de glui genomen kunnen worden.

Bij de uitvoering wordt het werk eerst op „*rijgband*" gelegd, d.w.z. een ervaren krammer brengt regels aan op zóódanigen afstand, dat er nog drie tusschen kunnen worden aangebracht; bij wintermat wordt deze afstand dus 4 × 11 cM. = 44 cM. Op deze wijze wordt het spreidsel vastgelegd en de algemeene richting der regels aangegeven.

Tusschen iedere twee rijgbanden wordt nu een regel gekramd, de z.g. „*halfwerkregel*", waarbij de krammer zich, wat den afstand der poten enz. betreft, regelt naar de rijgbandregels. Vervolgens worden, nu door een halfwas of aankomend werkman, de overige regels, de z.g. „*doorsteken*", aangebracht. Zooals fig. 16 aangeeft, verspringen ook hier de poten in de opvolgende regels in verband. Met het leggen van het spreidsel werkt men van beneden naar boven; men bereikt daarmede, dat men bij iederen opkomenden vloed langer kan blijven doorwerken en dat de materialen, die op of nabij de dijkskruin zijn opgestapeld, niet over reeds gemaakt werk moeten worden aangedragen.

De winterkrammat moet gereed zijn, vóór de hooge vloeden optreden,

dus ongeveer met 1 November. Krammat houdt het nooit langer dan één jaar uit; bij eenigszins aangevallen taluds is ze soms reeds in 't voorjaar dermate versleten, dat hier en daar stukken moeten worden vernieuwd.

Bij het vernieuwen van wintermat worden de resten van de oude mat opgenomen en mag vooral niet worden nagelaten de oude poten uit den grond te trekken en de gaten te vullen en aan te stampen. Doet men

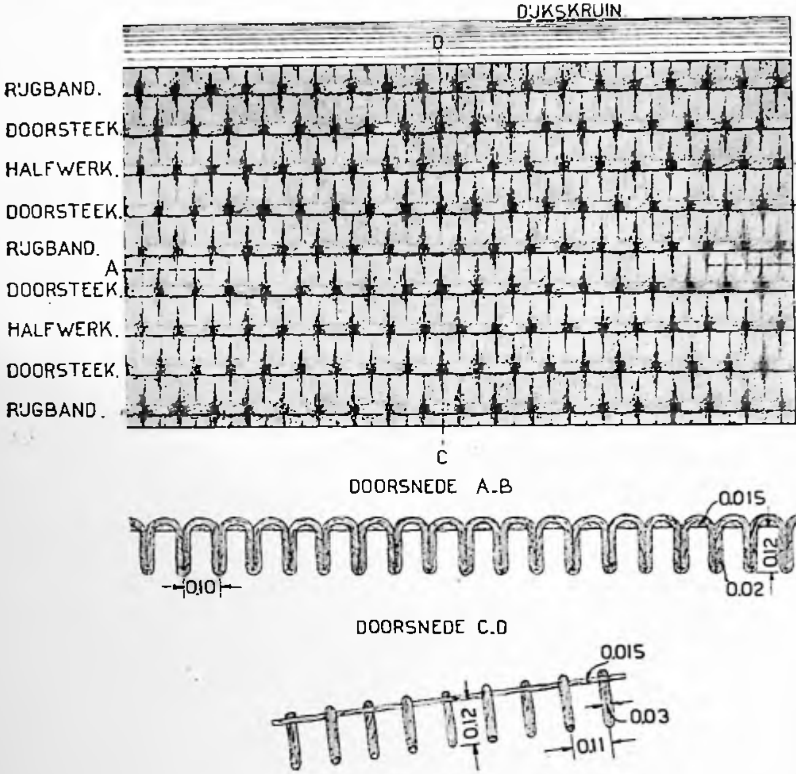


Fig. 16.

dit niet, dan vormen deze half vergane poten spoedig rottende massa's, die niet anders dan zeer schadelijk kunnen zijn.

Schouwsche mat. Op 't eiland Schouwen en op Noord-Beveland wordt soms Schouwsche mat toegepast, die zich hierin van de gewone onderscheidt, dat het spreidsel evenwijdig met de dijksrichting wordt gelegd en dus de regels loodrecht daarop komen. Verder zijn de beugels sterk ineengedraaid en hebben gewoonlijk de regels een grooteren afstand (15 cM.).

dus ongeveer met 1 November. Krammat houdt het nooit langer dan één jaar uit; bij eenigszins aangevallen taluds is ze soms reeds in 't voorjaar dermate versleten, dat hier en daar stukken moeten worden vernieuwd.

Bij het vernieuwen van wintermat worden de resten van de oude mat opgenomen en mag vooral niet worden nagelaten de oude poten uit den grond te trekken en de gaten te vullen en aan te stampen. Doet men

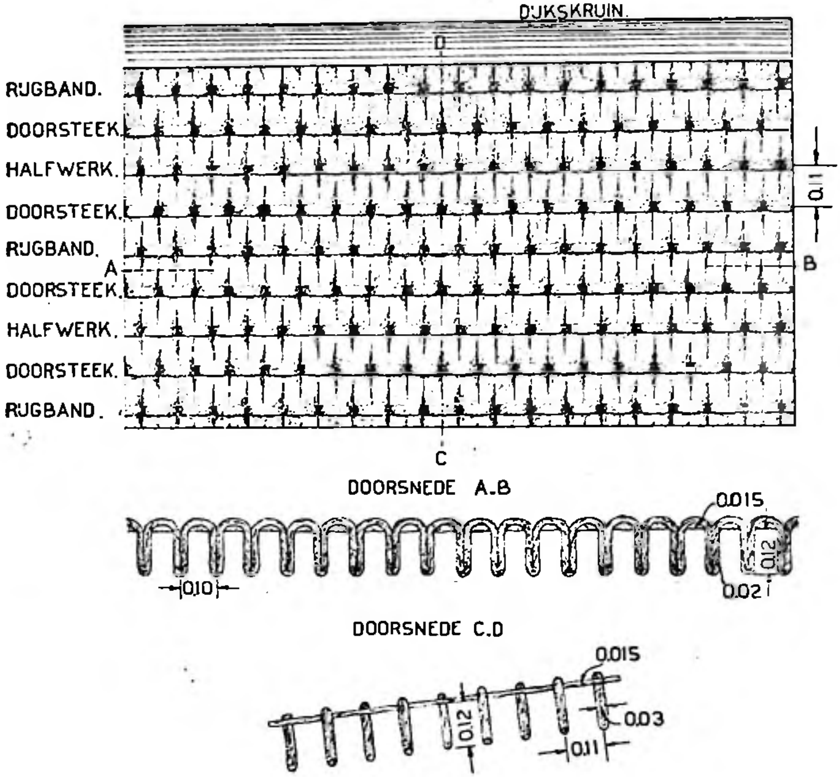
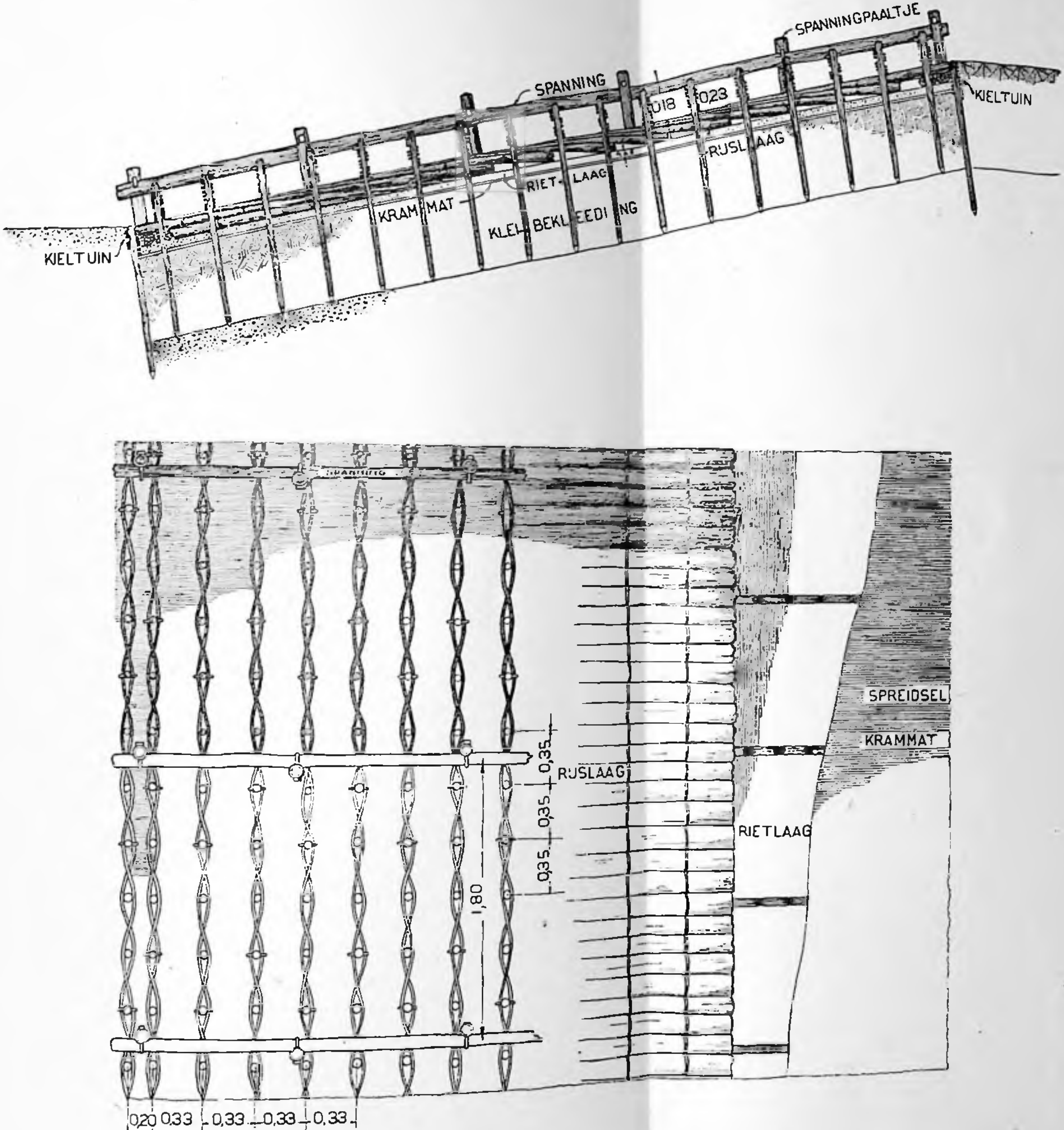


Fig. 16.

dit niet, dan vormen deze half vergane poten spoedig rottende massa's, die niet anders dan zeer schadelijk kunnen zijn.

Schouwsche mat. Op 't eiland Schouwen en op Noord-Beveland wordt soms Schouwsche mat toegepast, die zich hierin van de gewone onderscheidt, dat het spreidsel evenwijdig met de dijksrichting wordt gelegd en dus de regels loodrecht daarop komen. Verder zijn de beugels sterk ineengedraaid en hebben gewoonlijk de regels een grooteren afstand (15 cM.).



SPANNINGPAALTJE
SPANNING
0,18
0,23
KIELTUIN
RUSLAAG
RIET- LAAG
KRAMMAT
KLEI BEKLEEDING
KIELTUIN
SPREIDSEL
KRAMMAT
RUSLAAG
RIETLAAG
0,35
0,35
0,35
1,80
0,20 0,33 0,33 0,33 0,33

Fig. 17.

Bebeugeling. Zooals reeds is vermeld, wordt hierbij geen spreidsel aangebracht; de beugels hebben de afmetingen als voor zomermat is beschreven, echter zoodanig, dat er acht beugels en acht regels op den M. komen en dat iedere zode door twee beugels op het talud wordt gedrukt.

Bij dijkbreuken, oeverafschuivingen en dergelijke, wordt dikwijls krammat aangebracht; men bespoedigt dan soms het werk, door over het spreidsel geen beugels aan te brengen, maar de regels te vervangen door gegalvaniseerd ijzerdraad, dat, door over en weer ingeslagen staken, door welker kop een spijker is gedreven, op het spreidsel wordt neergedrukt.

Krammat laat zich het best aanbrengen op een kleitalud; de uitvoering op een zandtalud is echter ook heel goed mogelijk, mits men maar zorgt, dat de bovenlaag tot ruim de diepte der poten goed vochtig is.

In verband met het vernielen van het werk door de vogels gebruikt men voor krammat liever geen gerste- of haverstroo. Voor 100 M^2. zomermat kan men rekenen noodig te hebben 32 bos tarweglui; voor 100 M^2. wintermat rekent men, wanneer het spreidsel geheel uit tarwestroo bestaat, 50 bos tarwestroo of -glui, terwijl wanneer het spreidsel half uit stroo en half uit bladriet bestaat, men heeft te rekenen op 40 bos tarwestroo of -glui en 50 bos bladriet.

Voor bebeugeling is 20 bos tarweglui per 100 M^2. noodig

§ 11. **Rijsbeslag.** Evenals krammat is ook rijsbeslag een mat, bestaande uit op het talud gevlijd rijshout, dat door vlechttuinen wordt neergehouden. Hoewel rijshout minder vergankelijk is dan stroo, moet ook het rijsbeslag onder de tijdelijke werken worden gerekend. Ook deze taludverdediging werd vroeger véél meer dan tegenwoordig toegepast.

Vóór met het aanbrengen van rijsbeslag wordt begonnen, moet het talud behoorlijk onder profiel worden gebracht, waarbij gaten en oneffenheden worden gedicht. Om bij den teen van het werk een goede aansluiting met het vóórland te verkrijgen, wordt het rijsbeslag over de volle hoogte ingekast of ingespond, zie fig. 17.

Op den gereedgemaakten grondslag wordt nu een krammat aangebracht van stroo of van riet, met beugels van 12 cM. spanning en een afstand der regels van 20 cM.

Soms — vooral op oude gronden — is de grond te hard voor het indrijven der beugels; men laat in dit geval de beugels weg en legt alleen het spreidsel. Vervolgens wordt in de lengterichting van het werk een bed van droog riet gespreid, dik 4 à 5 cM. Om dit rietbed door het aandragen van materialen enz. niet te beschadigen, wordt het slechts bij kleine gedeelten aangebracht, en op het talud vastgehouden door een bebeugeling, waarvan de regels op 1 M. afstand van elkaar komen; bovendien slaat men hier en daar tijdelijke

staken in, om het afschuiven van het riet te beletten. De krammat en de rietbedekking dienen tot dichte bekleeding van het talud en om de vernielende bezigheid van krabben enz. tegen te gaan; bovendien is de rietbedekking onaantastbaar voor den paalworm en van groote duurzaamheid.

De inkassing, waarin het rijsbeslag wordt ingelaten, wordt aan de onder- en bovenzijde begrensd door een z.g. „kieltuin"; de bovenkant van dezen tuin werkt gelijk met den bovenkant der rijsbedekking.

Op het rietbed wordt de rijslaag aangebracht, waarbij als regel is aan te nemen, dat geen Hollandsch rijshout boven *halfvloed* (ter halver hoogte tusschen hoog- en laagwater) wordt verwerkt; men neemt daar liever het uit taaier en meer weervast hout bestaande Brabantsch rijshout.

De rijsbedekking kan nu op twee manieren worden aangebracht, namelijk in *uitschotlagen* en in *optrek-* of *aftreklagen*. Bij uitschotlagen worden de

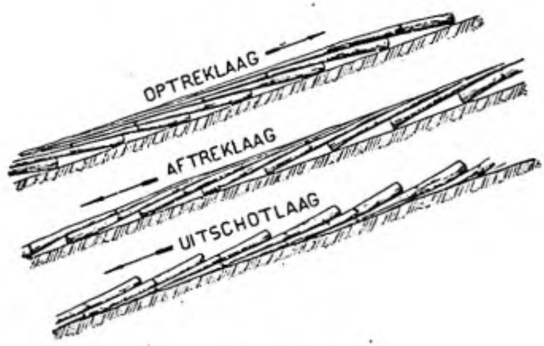


Fig. 18.

bleezen gedekt door de bouteinden der volgende laag en bij op- en aftreklagen gebeurt het tegenovergestelde, worden dus de bouteinden gedekt door de bleezen eener volgende laag, zie fig. 18.

Hieruit blijkt, dat door het werken met uitschotlagen een effen ondervlak en bij het gebruik van optrek- of aftreklagen een glad bovenvlak verkregen wordt.

Bij het beleggen van een talud spreekt men van een optreklaag, wanneer van beneden naar boven wordt gewerkt, dus vanaf den teen van het werk naar de kruin; bij aftreklagen werkt men van de kruin naar den teen. Bij 't gebruik van Brabantsch rijs worden de bossen niet losgesneden; bij het zooveel grovere Hollandsch rijshout wordt alleen de bovenband doorgesneden. Om de rijslaag zooveel mogelijk overal gelijke dikte te geven, begint men met het leggen van strijkbossen in de lengterichting van het werk en wordt de eerste rij bossen met de bleezen naar boven gericht, aangebracht

Het behoeft niet nader uiteengezet, dat men bij waterbeloopen optreklagen toepast, om zoo spoedig mogelijk een verdedigd gedeelte te hebben en om zoo lang mogelijk te kunnen werken in verband met eb en vloed. De rijsbossen worden *„van band tot band afgetrokken"*, d. w. z. de onderband van een bos komt overeen met den bovenband van den volgenden bos, zie fig. 17. Op deze wijze bewerkt, krijgt de rijslaag een dikte van 13 cM. bij gebruik van Brabantsch, en van 16 cM. bij gebruik van Hollandsch rijshout.

Loodrecht op de richting van de rijsbossen worden nu in rechte of gebogen lijnen de vlechttuinen aangebracht. De afstand der tuinen bedraagt ruim 33 cM. (3 tuinen per M.). De staken worden ongeveer loodrecht op het dijkvlak ingeslagen; bij steile taluds geeft dit practische moeilijkheden, men slaat ze dan ongeveer te lood in. Soms is het niet goed uitvoerbaar — b. v. bij harden kleigrond — de staken diep genoeg in te drijven; zij worden dan zooveel noodig ingekort.

Na één à twee weken aan de buitenlucht te zijn blootgesteld geweest, worden de tuinen opnieuw aangedreven, waarbij het wel eens noodig blijkt, gebroken banden of latten te vervangen.

Ook bij rijsbeslag kan soms met voordeel worden gebruik gemaakt van door staken neergehouden gegalvaniseerd ijzerdraad; dit kan vooral bij z.g. „noodwerk" aanzienlijke tijdsbesparing geven.

Het ijzerdraad is 5 mM. dik en wordt op de rijslaag gedrukt, door om de 50 cM. over en weer ingeslagen staken, door welker kop een flinke draadnagel is geslagen.

Bij rijsbeslag op zeer blootgestelde punten past men soms *„spanningen"* toe. Dit zijn flinke juffers of sparren, lang ± 5 M. en gemiddeld 25 cM. in omtrek, die dwars over de tuinen worden gelegd op afstanden van 2 M. en die door flinke perkoenpalen, welke aan den kop van een boutje zijn voorzien, op de tuinen worden gedrukt. De perkoenpalen staan ± 1 M. van elkaar. Ook rijsbeslag is uit den aard der zaak kort van duur; na 3 jaar is het versleten en moet door een nieuw worden vervangen; waarbij er dan voor gezorgd moet worden, dat het oude beslag geheel wordt opgeruimd en alle gaten enz. behoorlijk worden gedicht en aangestampt.

Toen in het midden van de achttiende eeuw de paalworm verscheen en voor zijn vernielende werkzaamheid ook de rijswerken niet gespaard bleven, is men op de gedachte gekomen, de rijslaag met een laag natuurlijke steen af te dekken. Men gebruikt hiertoe Vilvoordsche of Doorniksche steen; de eerste wordt op z'n kant, de tweede op z'n plat verwerkt, waarbij Doorniksche steen alleen beneden halfvloed wordt verwerkt, omdat deze steensoort, wanneer ze blootgesteld is aan zonnewarmte, spoedig afschilfert en verweert. Natuurlijk zijn bij het gebruik van natuursteen geen vlechttuinen noodig om de rijslaag neer te drukken, daarom worden ze vervangen door staakrijen, die bij gebruik van Doorniksche steen 50 à 60 cM. en bij

toepassing van Vilvoordsche steen 30 à 40 cM. uit elkaar worden geplaatst. De koppen der staken komen gelijk met bovenkant steenbedekking (fig. 19).

Door het afdekken met steen wordt natuurlijk de duurzaamheid van rijsbeslag verhoogd; men kan dan wel op een tijdruimte van 6 jaar rekenen vóór vernieuwing noodig is.

Toch springt het duidelijk in 't oog, dat deze werkwijze niet de juiste is, voornamelijk omdat een zeer vergankelijke onderlaag wordt afgedekt door een vrijwel onvergankelijke bovenlaag; er is bij deze methode geen evenwicht in duurzaamheid tusschen de samenstellende materialen. Daarom geraakt de toepassing — behalve dan bij tijdelijk werk — hoe langer hoe meer op den achtergrond.

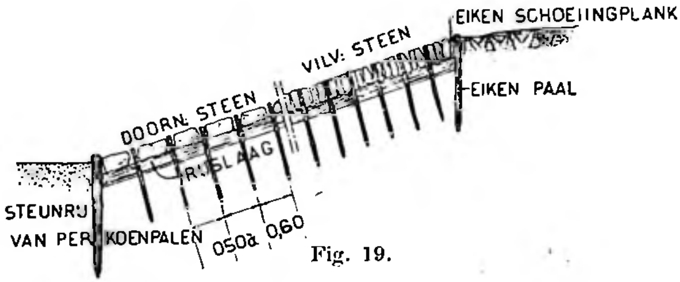


Fig. 19.

§ 12. **Steenglooiingen. Overzicht.** Onder een steenglooiing verstaat men de bedekking van een waterbeloop met natuurlijke of kunstmatige steen; de laatste soort alléén bij glooiingen, die op weinig blootgestelde plaatsen liggen.

De glooiing wordt over de volle dikte in het beloop ingelaten, waarvoor aan den teen een sponning of sponde moet worden gegraven.

Vooral bij sterk aangevallen dijksgedeelten ontstaat aan den teen en aan de kruin der glooiing grondverlies door de aanrollende en overstortende golven. Om dit tegen te gaan, brengt men langs den teen een z.g. *„kreukelberm"* aan (fig. 3 en 25); dit is een strook steenbezetting van eenige Meters breed, die even onder of gelijk met de oppervlakte van het voorland ligt en gewoonlijk uit oud materiaal bestaat. De kreukelberm ontleent zijn naam aan de kreukels of aliekruiken, die soms in grooten getale tusschen deze steenen worden aangetroffen. Wordt de teen van den zeedijk altijd — ook bij laagwater — bespoeld, dan is een eenvoudige kreukelberm niet meer voldoende; men past dan smalle zinkstukjes toe, die met zware steen worden bestort (fig. 6 en 20). De afsluiting aan de onderzijde verkrijgt men door het plaatsen van een steunrij van perkoenpalen (60 per D.M.) of van een rij zware steenen op hun kant; de laatste manier alleen bij aan-

winnende stranden. Aan de kruin wordt de overgang tusschen glooiing en berm verkregen door het maken van een z.g. *„steenstrook"*, eveneens bestaande uit licht materiaal. Zie fig. 3 en 27.

Toch is de steenstrook dikwijls nog onvoldoende en richten de oploopende



Fig. 20.

golven achter de strook, dus op den vlakken berm, nog groote schade aan.

Men tracht dit in den laatsten tijd te voorkomen door het maken van *„kapglooiingen"* (fig. 21), waarbij op de kruinlijn van de glooiing een muurtje (kap) van eenige d.M. hoogte is geplaatst. Storten nu de golven over de



Fig. 21.

kap heen, dan komt dus de buitenberm tot den bovenkant van den kapmuur onder water te staan en wordt er aldus een waterkussen gevormd, waarop de volgende golven breken. Op deze wijze wordt de berm voor beschadiging door den golfslag gevrijwaard. Kleine openingen in den kapmuur geven

het op den berm aanwezige water gelegenheid, over de glooiing heen weg te vloeien.

Het verdient in sommige gevallen aanbeveling, de voegen tusschen de steenen te vullen met mager beton, b.v. bij de aansluiting van sluisvleugels, frontmuren enz.

§ 13. **Puinglooiing.** Nadat het talud behoorlijk is bijgewerkt en gevlakt, wordt de sponde gegraven (fig. 22), waarna het talud bekramd wordt met een mat van stroo of riet. Wordt tarwe- of roggeglui gebruikt, dan wordt het spreidsel 1.5 cM. dik, bij het gebruik van riet 2 cM.; de beugels hebben 12 cM. spanning en de afstand der regels bedraagt 20 cM. De glooiing wordt soms aan de bovenzijde afgesloten door een houten schoeiing (fig. 19), bestaande uit eiken of gecreosoteerd dennen paaltjes, lang 1.20 M., dik 10 à 12 cM., die op 1 M. afstand van elkaar worden ingeslagen. Langs de paaltjes wordt aan de glooiingzijde een plank aangebracht van hetzelfde materiaal als de paaltjes, breed 28, dik 5 cM. Nu worden op onderlinge afstanden van 0.30 M. staakrijen in het talud geslagen; de staken worden zoodanig verdeeld, dat er 70 stuks op den D.M. komen (ruim 14 cM. hart op hart) en dat de koppen der staken 0.32 M. boven de krammat uitsteken. Soms worden in plaats van staken ook perkoenpalen gebruikt; men verwerkt dan 60 palen per D.M. en de koppen der palen komen 0.60 M. boven de krammat, of 0.40 M. boven de afgewerkte glooiing uit. Tusschen de staak- of perkoenrijen worden op de krammat twee dichtgevloerde *vlijlagen*, bestaande uit puin of brikken, aangebracht, waarbij geen steenstukken kleiner dan een halve steen worden gebruikt. De steenen komen in behoorlijk verband te liggen. Over deze lagen komt een stortsel van puin of brikken ter grootte van een halven steen of minder, ter dikte van ± 8 cM., zoodat de totale steenbekleeding 20 cM. dik wordt.

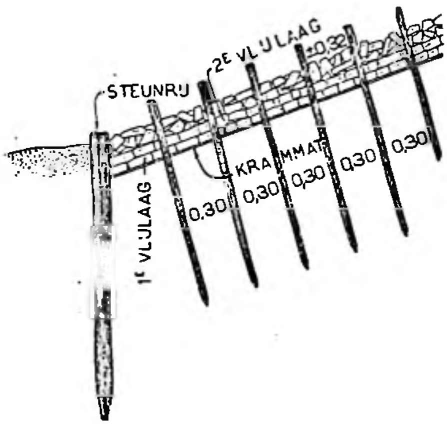


Fig. 22.

Daar het materiaal dezer glooiing uit lichte, gemakkelijk verplaatsbare steenstukken bestaat, zal dit type glooiing niet dikwijls bij zeewerken worden toegepast.

§ **14. Gestrate glooiing tusschen kribpalen.** Tot steun van de glooiing aan den voet, wordt de sponde gewoonlijk gevormd door een beschoeiing zooals in de vorige § beschreven. Langs den bovenrand en verder evenwijdig daarmede, worden op afstanden van 1 M. hart op hart rijen kribpalen ingeslagen, waarbij men 14 palen per M. plaatst. Rechthoekig op de langsrijen komen dwarsrijen op 2 M. afstand in 't verband verspringend, waarbij 6 palen per M. komen. Op deze wijze worden hokken of vakken gevormd, die het afschuiven der steenbekleeding moeten voorkomen en die tevens eventueele schade tot enkele vakken kunnen beperken. De kribpalen worden nagenoeg haaks op de glooiing ingeslagen en blijven met de koppen 5 cM. boven de steenbekleeding uitsteken. Op den grondslag wordt nu een vlijlaag gelegd, of een puinlaag van 5 cM. dikte aangebracht, die wordt aangestampt en afgedekt met een laag goede klei ter dikte van ongeveer 6 cM.

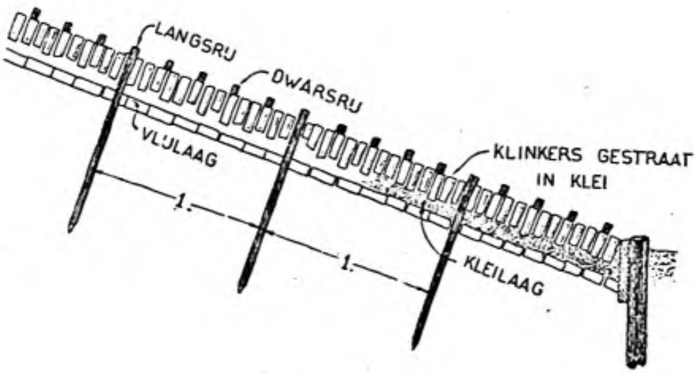


Fig. 23.

Op deze kleilaag wordt de klinkerbestrating aangebracht, in stukken van een halven steen en grooter, met den kop in het bovenvlak en de lagen evenwijdig met de lengterichting van het werk. De bestrating wordt eenigszins tonrond bewerkt en met houten stampers aangestampt, waarna de voegen met water en klei worden ingewasschen.

Hoewel deze glooiing sterker is dan de puinglooiing, kan ze toch geen zwaren golfslag weerstaan. Zie fig. 23.

§ **15. Glooiing van Vilvoordsche steen.** Op dezelfde wijze als in de vorige §§ is beschreven, wordt de grondslag gereedgemaakt en een krammat aangebracht. De voet van de glooiing wordt verzekerd met een beschoeiing, een perkoenrij, of een steunrij van zware steenen. Op de krammat worden twee vlijlagen aangebracht, waarop een stortsel van puin, dik ongeveer 8 cM. Hierop wordt de steenbezetting aangebracht, beginnende aan de

onderzijde van het werk, de lagen in de lengterichting van het werk. De steenen worden op hun kant geplaatst, de groote vlakken beurtelings onder en boven. De groote steenen worden in het stortsel ingelaten, een enkele — bij uitzondering — in de vlijlagen; de kleinere steenen worden met puin van het stortsel onderstopt, zoodat het bovenvlak der glooiing zoo min mogelijk oneffenheden vertoont. De openingen tusschen de steenen worden

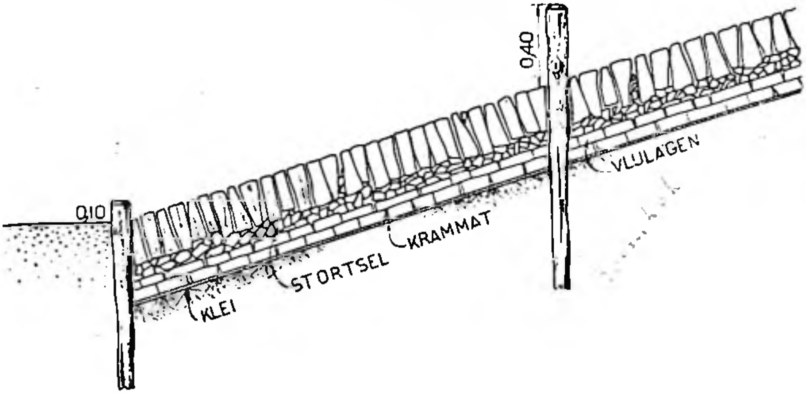


Fig. 24.

met kleinere stukken gedicht, die flink worden ingedreven, zoodat de steenen overal tegen elkaar worden geklemd.

De gemiddelde dikte eener Vilvoordsche steenglooiing is 25 cM. Zie fig. 24.

§ 16. **Glooling van Doorniksche steen.** De samenstelling dezer glooiing komt overeen met die van Vilvoordsche steen, met dit onderscheid, dat

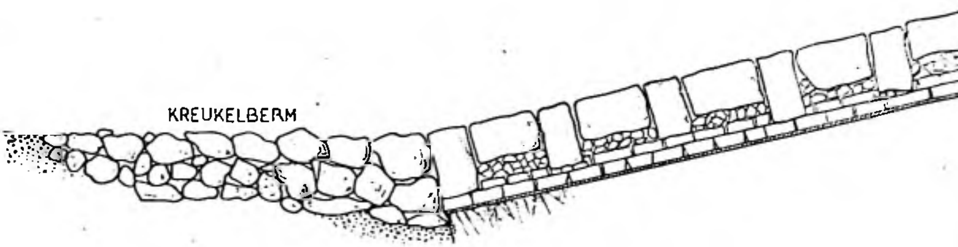


Fig. 25.

alleen bij zeer zwaar aangevallen glooiingen de steen op z'n kant wordt geplaatst; gewoonlijk wordt de steen op de platte zijde gelegd, een enkele maal wordt ze beurtelings op z'n plat en op z'n kant verwerkt. Zie fig. 25.

Zooals reeds eerder werd opgemerkt, verwerkt men liever geen Doorniksche steen boven halfvloed.

§ 17. **Glooiing van Lessinesche en van Noorsche steen.** Door de onregelmatigheid der steenen is het moeilijk, met deze materialen goed aaneensluitend werk te maken; ook is de steen vanwege zijn groote hardheid bijna niet te bewerken en moet men volstaan met het wegslaan

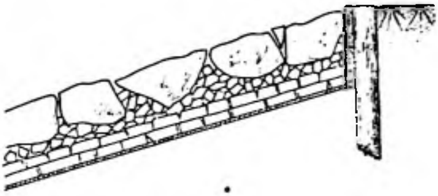


Fig. 26.

van hinderlijke hoeken en punten. De constructie der glooiing is overigens gelijk aan die van § 15; in 't algemeen worden de steenen op de platte zijde gelegd. Zie fig. 26.

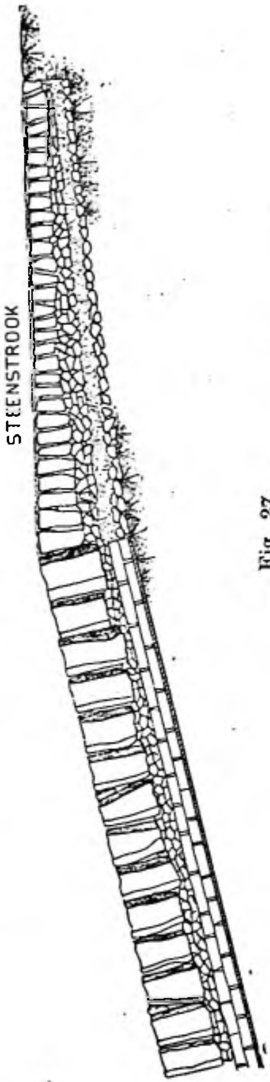


Fig. 27.

§ 18. **Glooiing van zuilenbasalt.** Dit glooiingtype is zeker wel het sterkste en duurzaamste, maar ook het duurste; men vindt basalt op de meest aangevallen taluds toegepast (fig. 27). De zuilen worden op den kop geplaatst en vormen aan de bovenzijde een zoo gelijk mogelijk oppervlak. Men geeft aan de glooiing eenige tonrondte; toch doet men goed, hiermede niet te ver te gaan, omdat men anders gevaar loopt, dat de steenen bij eventueele verzakking van het talud als welfsteenen blijven hangen en dan bij zwaren golfslag soms groote vakken worden weggeslagen.

Vroeger heeft men wel proeven genomen met het plaatsen der basaltzuilen op de gevlakte puinlaag, waardoor dus een ongelijk bovenvlak ontstond en de eene steen soms wel méér dan 10 cM. boven den anderen uitstak. Men heeft deze methode niet lang gevolgd, omdat al spoedig bleek, dat die uitstekende steenen door de golven als het ware heen en weer werden geschud, en zoodoende de in de nabijheid staande zuilen werden losgewrikt.

De ondervinding leert dan ook, dat men de golven zoo min mogelijk gelegenheid moet geven de steenen te bewegen, en hiertoe is een zoo effen mogelijk oppervlak der glooiing een eerste vereischte.

Ook bij basaltglooiing heeft men te zorgen voor een goede onderlinge aanklemming der zuilen, zoodat men ook hier eventueele openingen tusschen



Fig. 28.

de steenen met z.g. stopstukken vult, die vast met den moker worden aangeslagen. Fig. 28 geeft een basaltglooiing in uitvoering.

Een *steenstrook* vindt dikwijls toepassing aan den kop eener basaltglooiing. Men graaft daartoe een sleuf ter breedte van de strook — gewoonlijk 2 à 5 M. —, die aan de zeezijde even diep is als de onderkant der

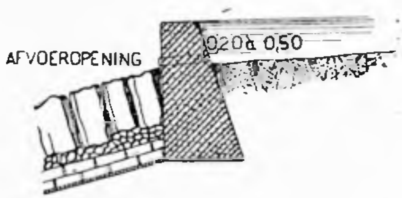


Fig. 29.

vlijlaag en aan de achterzijde 25 cM. diepte verkrijgt. De sleufbodem helt dus naar de zeezijde af (fig. 27).

De ruimte tusschen onderkant steenbezetting en sleufbodem wordt nu aangevuld met afwisselende lagen puin en grond, resp. dik 10 en 5 cM., aan de voorzijde en naar achter zooveel noodig verdunnend. De puinlagen

worden stevig aangestampt, terwijl de steenstrook na de voltooiing met kruimelaarde wordt ingewasschen; tusschen de voegen der steenen ontwikkelt zich dan spoedig plantengroei, die de steenen een vasten stand verzekert, doordat de wortels zich om de steenen heen slingeren. Voor een steenstrook gebruikt men niet altijd basalt; dikwijls ziet men er Vilvoordsche steen toe aangewend, afkomstig van oude glooiingen enz.

Hoewel kapglooiingen meestal van gewapend beton worden vervaardigd, bestaat er geen bezwaar tegen, ook bij glooiingen van natuurlijke steen deze methode toe te passen. De kap wordt dan vervaardigd als een muurtje van stampbeton, waarin op gepaste afstanden krimpvoegen zijn aangebracht (fig. 29).

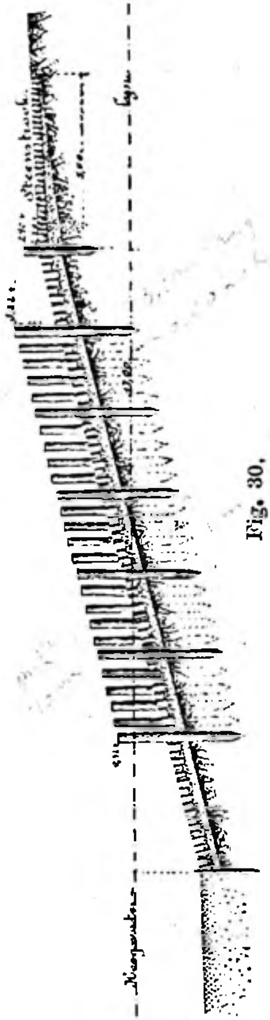


Fig. 30.

§ 19. **Paalrijen en staketwerken.** Bij aan golfslag blootgestelde dijkvakken moeten gewoonlijk maatregelen genomen worden om de kracht der aanrollende golven te breken. Hiertoe worden perkoenrijen ingeheid, die met de koppen 0.40 M. boven de steenkorst komen (fig. 24). Men plaatst 45 palen op iedere 10 M. lengte; de paalrijen komen 2 M. uit elkaar, soms worden om de 10 of 20 M. nog dwarsrijen aangebracht. Op deze wijze worden vakken gevormd, die het voordeel hebben, dat ze eventueele schade tot één vak of slechts enkele vakken beperken. Voor de perkoenpalen neemt men gewoonlijk gecreosoteerde eiken palen.

Bij zéér zwaar aangevallen glooiingen worden de perkoenrijen vervangen door eiken of gecreosoteerde dennen palen van 3.50 M. lengte, die op het midden der lengte een omtrek hebben van 0.65 M. Men plaatst dan 23 palen per D.M.; de koppen der palen steken 1.25 M. boven de glooiing uit. De rijen komen 2 à 2.50 M. uit elkaar en om de 10 M. plaatst men veelal nog een dwarsrij (fig. 30).

Dikwijls ook plaatst men alleen een paalrij langs den kop van de glooiing ter bescherming van den berm achter de steenstrook.

Op enkele zeer blootgestelde punten kan het voorkomen, dat de beschreven

open paalrijen nog onvoldoende zijn. Men kan dan de palen onderling en ook de paalrijen aan elkander koppelen door gordingen. Zulke gekoppelde paalrijen noemt men *staketwerken* (fig. 5). Men verkrijgt de koppeling der palen door het aanbrengen van voor- en achtergordingen, zwaar ongeveer 0.16 × 0.20 M., van beslagen eikenhout. De paalrijen worden door soortgelijke gordingen — ook wel kespen genoemd — verbonden. De verbinding van palen en gordingen geschiedt met moer- of spiebouten. Door sommigen wordt aan de laatste soort de voorkeur gegeven, wegens de sterke roestvorming der moeren en boutstelen, waardoor de moeren dikwijls niet meer zijn los te draaien. Er moet dan echter wèl op gelet worden, dat de spieën altijd vast zijn aangedreven, daar ze door de trillende beweging der palen licht losraken.

Over de deugdelijkheid van staketwerken bestaat verschil van meening. De tegenstanders beweren, dat het palenstelsel, dat door de koppeling der palen en paalrijen één geheel vormt, door de werking van den golfslag te veel schudt en trilt en daardoor de glooiingsteenen worden losgewrongen. Anderen daarentegen zijn van meening, dat staketwerken op buitengewoon zwaar aangevallen plaatsen — zooals aan den Westkapelschen zeedijk — niet kunnen worden gemist. Hoe het zij, zeker is het, dat in de laatste jaren op vele plaatsen de staketwerken door open paalrijen zijn vervangen.

§ 20. Stortebedden. Van ongeveer gelijke samenstelling als de steenglooiingen zijn de *stortebedden* of *plasbermen*, waaronder men verstaat de bekleeding en verdediging tegen uitschuren van den bodem, in de onmiddellijke nabijheid van uitwaterings- en schutsluizen, uitmondingen van groote riolen enz. Ook in schutkolkbodems wordt meermalen een stortebed aangebracht. In verband met de soms zeer sterke waterbeweging bij uitwateringssluizen, rioolmondingen, bij schutsluizen en dergelijke, kunnen stortebedden bij deze werken niet worden gemist en is het zaak, voornamelijk met de lengte-afmetingen niet te zuinig te wezen. De lengte moet zoodanig zijn, dat op het einde van het stortebed het uitstroomende water zóóveel in kracht en snelheid is uitgeput, dat de onverdedigde bodem niet meer wordt aangetast en dus geen verdieping meer kan plaats hebben.

Hieruit volgt, dat ook de geaardheid van den bodem invloed op de lengte van het stortebed uitoefent. In den regel maakt men een stortebed niet korter dan 10 M.; afmetingen van 15 à 20 M. worden veelvuldig aangetroffen, hoewel het in verband met de bovengenoemde omstandigheden noodig kan zijn, de lengte-afmeting belangrijk grooter te maken.

De breedte is die van de suatie-geul, afwateringskanaal, schutkolk enz.; de bovenkant van het werk volgt het algemeene bodemprofiel en loopt dus naar de kanten een weinig op.

Het stortebed wordt, aan de zijden, die niet tegen het metselwerk of de

fundeering van het kunstwerk aansluiten, door een dicht aaneengesloten perkoenrij begrensd.

Het stortebed aan de binnenzijde eener uitwateringssluis, dat dus gelegen is ter plaatse, waar de sluis het af te voeren water ontvangt, noemt men *ontvangbed.*

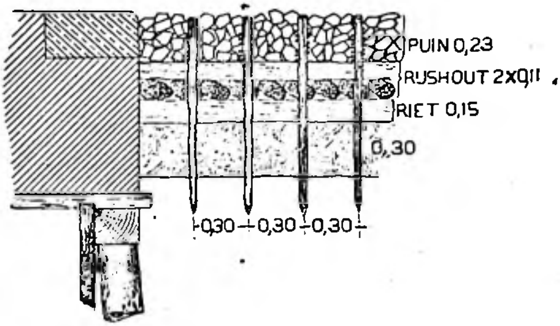


Fig. 31.

Stortebedden worden op twee manieren samengesteld:

a. voor weinig aangevallen plaatsen met een puinstorting aan de oppervlakte en

b. met een bekleeding van natuurlijke steen, waar constructiewijze *a* te licht is en de puinbekleeding door den stroom zou worden meegevoerd.

Constructiewijze *a* (fig. 31). Wanneer de te verdedigen bodem uit anderen

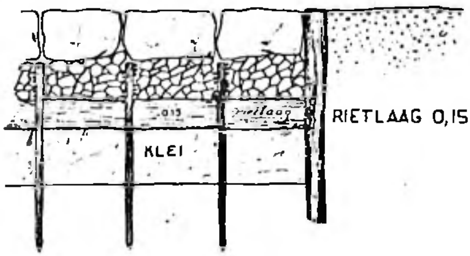


Fig. 32.

dan goeden kleigrond bestaat, wordt het geheele oppervlak ter diepte van minstens 0.30 M. ontgraven en met goede klei aangevuld, die behoorlijk moet worden aangestampt, om latere verzakkingen te voorkomen.

Daarna wordt evenwijdig met de stroomrichting een laag bladriet ter dikte van 15 cM. gespreid, waarover kruiselings twee lagen rijshout als optreklaag bewerkt, met de boleinden naar binnen; in het midden vlak



Fig. 38

en aan de kanten een weinig oploopend. De rijsbossen worden bij het leggen losgesneden.

Over de bovenste rijslaag, die dus evenwijdig met de stroomlijn komt, worden dwarstuinen aangebracht op afstanden van 0.30 M., waarna de ruimten tusschen de tuinen tot ruim de hoogte der staakkoppen worden gevuld met puin.

Constructiewijze *b* (fig. 32). Na het — zoo noodig — aanbrengen der kleilaag, wordt weer in de lengterichting van het werk een rietlaag (bladriet) ter dikte van 15 cM. gespreid.

De rietlaag wordt bezet met dwarstuinen op afstanden van 50 cM. Op het riet en tusschen de tuinen wordt een puinbestorting ter dikte van 20 cM. aangebracht, terwijl op deze puinlaag een dicht aangestopte bekleeding Doorniksche steen of zuilenbasalt wordt gezet. In verband met de dikwijls groote kracht van het stroomende water kan het noodig zijn, de voegen tusschen de steenen te dichten met beton.

Fig. 33 geeft een voorstelling van het maken van een stortebed in een schutkolk.

In den regel wordt bij het maken van sluizen en dergelijke, de fundeerings-put zóó groot genomen, dat de ontvang- en stortebedden in den droge kunnen worden gemaakt. Is dit echter om de een of andere reden niet mogelijk, dan moet de bodem onder water worden verdedigd, hetgeen geschiedt door het bedekken ervan met een zinkstuk, dat met een steenbestorting wordt afgedekt.

Het zal duidelijk zijn, dat deze werkwijze belangrijk achterstaat bij de uitvoering op de plaats zelf, en dat men door een ruim gebruik van materialen — voornamelijk van stortsteen — zal trachten te vergoeden hetgeen gemist wordt door de moeilijk te controleeren werkwijze onder water.

§ 21. **Pakwerken.** *Pakwerken* of *pakbermen* worden aangebracht, wanneer men plaatselijk een steil talud wil vormen, b.v. voor aanlegplaats van schepen, verlenging van sluisvleugels, bij tijdelijk werk, bij werken ter beteugeling van oeverafschuivingen en oevervallen, en ook in die gevallen, waar het maken van een kaaimuur of beschoeiing te hooge kosten zou meebrengen.

De samenstelling is als volgt (fig. 34).

Wordt het pakwerk niet hooger dan 2 M., dan gebruikt men gewoonlijk Brabantsch rijshout; komt echter de bovenkant hooger dan 2 M., dan wordt het langere en zwaardere Hollandsche of Geldersche rijshout verwerkt.

Allereerst wordt de grondslag behoorlijk gevlakt. Daarna wordt, om het pakwerk tegen onderloopschheid of uitschuring te beveiligen, eerst een laag „*geschulpte*" — schuin op en tegen elkaar gelegde — rijsbossen gelegd,

loodrecht op de lengterichting van het werk en met de bleezen naar buiten; deze laag wordt vastgehecht door achter den onderband een stevigen kieltuin te breien. De ruimte tusschen de bossen wordt nu tot den bovenkant van het rijshout opgevuld met fijn gescherfde klei; vervolgens wordt een laag rijsbossen aangebracht met de boleinden tegen den kieltuin steunend en in dezelfde strekking als de onderste laag.

De tweede rijslaag wordt op de onderliggende bevestigd door 3, 4 of 5 vlechttuinen, resp. bij gebruik van Brabantsch, Hollandsch of Geldersch rijshout. Bij de vlechttuinen worden geen ankerstaken gebruikt. De voorste

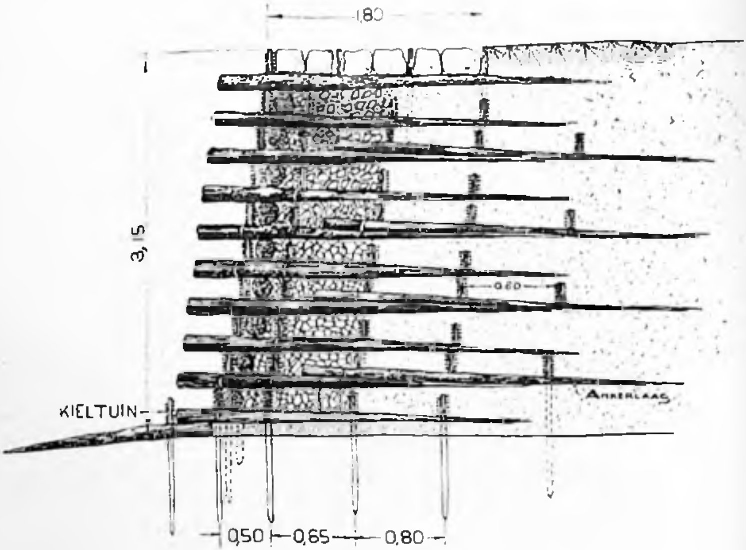


Fig. 34.

tuin komt langs de onderbanden der rijsbossen, de afstand der volgende tuinen van de voorste wordt 0.50 M., 1.15 M., 1.90 M. enz.

Achter den voorsten tuin wordt een wiep of een rij strijkbossen gelegd, waarna de rijslaag met zand en overvloedig water wordt ingespoeld, zoodat geen holligheden tusschen het rijshout blijven. De ruimte tusschen den eersten en den derden tuin wordt gevuld met puin of klei, al naar gelang het werk meer of minder aan golfslag of stroomschuring is blootgesteld.

Achter den derden tuin wordt aangevuld met grond of zand uit de ontgraving.

Op deze wijze voortgaande, wordt het pakwerk laag voor laag opgetrokken, waarbij men de vóórzijde van het werk een helling van 1/6 of 1/8 geeft.

De bovenste laag wordt na het plaatsen der tuinen over de volle breedte van het pakwerk bezet met schorkloeten; ook kunnen de tuinen ongeveer op de normale afstanden (0.33 M.) worden geplaatst en de tusschenruimten worden gevuld met puin; ten slotte kunnen op het bovenvlak staakrijen worden ingeslagen, waartusschen dan een bezetting van Doorniksche, Vilvoordsche of Lessinesche steen wordt aangebracht.

Krijgt het pakwerk bij gebruik van Brabantsch rijshout meerdere hoogte dan 1.50 M., of bij gebruik van Hollandsch of Geldersch rijshout een grootere hoogte dan 2.50 M., dan wordt bij iedere laag of om de andere bij iedere even laag een uitschotlaag aangebracht, bestaande uit dicht tegen elkaar geschoven rijsbossen, waarvan de boleinden 0.80 M. achterwaarts van die der onderliggende laag komen. Over deze uitschotlaag, die ten doel heeft het pakwerk in den achtergelegen grond te verankeren, komt een vlechttuin op 0.80 M. van de laatstvoorgaande.

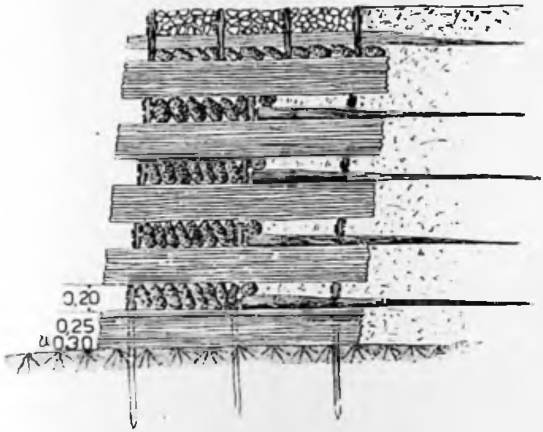


Fig. 35.

Bij het maken van pakwerk moet groote zorg worden besteed aan de inwassching met zand en aan de aanvulling tusschen de tuinen met puin of klei. Wat het laatste betreft, zorge men, dat de aanvulling ruim boven de koppen der staken komt; anders loopt men gevaar, dat bij zetting en inklinking van het werk de verschillende lagen op de koppen der staken blijven hangen en er op die wijze holle plaatsen in het inwendige van het werk ontstaan.

Niet altijd wordt een pakberm van rijshout vervaardigd; men maakt ook wel een z.g. *slietenpakwerk* (fig. 35). Men legt daartoe op den gereedgemaakten grondslag een laag slieten ter dikte van 25 à 30 cM. loodrecht op de lengterichting van het werk.

Iedere laag wordt bezet met 3 vlechttuinen: de staken voor deze tuinen worden tusschen de slieten geslagen. De ruimte tusschen den voorsten en den tweeden tuin wordt volgewerkt met rijshout, achter en tegen den tweeden tuin wordt een kleivulling aangebracht: om grondverlies door den tuin te voorkomen, wordt er aan de achterzijde een wiep langs gelegd, welke soms wordt vervangen door een laag riet. De bovenlaag van het pakwerk wordt gevormd door twee lagen Hollandsch rijshout, waarover vier vlechttuinen worden gebreid. De ruimten daartusschen worden opgevuld met klei of puin.

Iedere laag slieten wordt in den achtergelegen grond verankerd door een laag Hollandsch rijs, met de boleinden aansluitend tegen den tweeden tuin.

Ook worden pakwerken uitgevoerd, bestaande uit stapelingen van bossen Walchersche of Brabantsche staken, waarbij iedere 3 lagen bossen door het inslaan van staken aan de onderliggende worden bevestigd.

Tot het opzetten van steile taluds over geringen afstand bezigt men wel steenstapelingen, van basalt of Doorniksche steen. Men geeft ze in den regel een achterwaartsche helling van 1/2 op 1 en steunt de stapeling aan den voet door een stevige perkoenrij.

Hoewel deze en dergelijke werken in sommige gevallen met goeden uitslag worden toegepast, houde men in het oog, dat zij door hun aard en samenstelling een min of meer tijdelijk karakter dragen en, voornamelijk wat pakwerken betreft, op den duur zeer veel onderhoud vereischen.

§ 22. Keer- en strandmuren. Bij havenwerken, vestingwerken aan zee, enz., vindt men meermalen kruin- en teenlijn van den zeedijk niet vereenigd door flauw hellende taluds, maar wordt het dijksliehaam aan de zeezijde begrensd door een zwaren *keermuur* (fig. 36). Dergelijke muren treft men ook wel aan langs het strand bij badplaatsen, waar het drukke verkeer van het strand naar den dijk of het duin, en omgekeerd, door een op de gewone wijze uitgevoerde taludverdediging wordt bemoeilijkt. Men bouwt dan *strandmuren* (fig. 37), waarin op gepaste afstanden trappen zijn uitgespaard en afritten zijn aangebracht, om het strand gemakkelijk bereikbaar te maken. Het spreekt vanzelf, dat dergelijke muren zwaar moeten worden uitgevoerd, daar zij niet alleen den zwaren druk van het dijksliehaam of het duin hebben te keeren, maar tevens weerstand moeten bieden aan de kracht der aanrollende golven, die op den zich steil verheffenden muur veel meer geweld uitoefenen, dan wanneer zij tegen een flauw hellende glooiing doodloopen.

Daarom moet de voet van den muur zwaar versterkt worden en zal men daar dan ook gewoonlijk een zware basaltglooiing aantreffen, waarin open paalrijen, om de golven te breken (fig. 36).

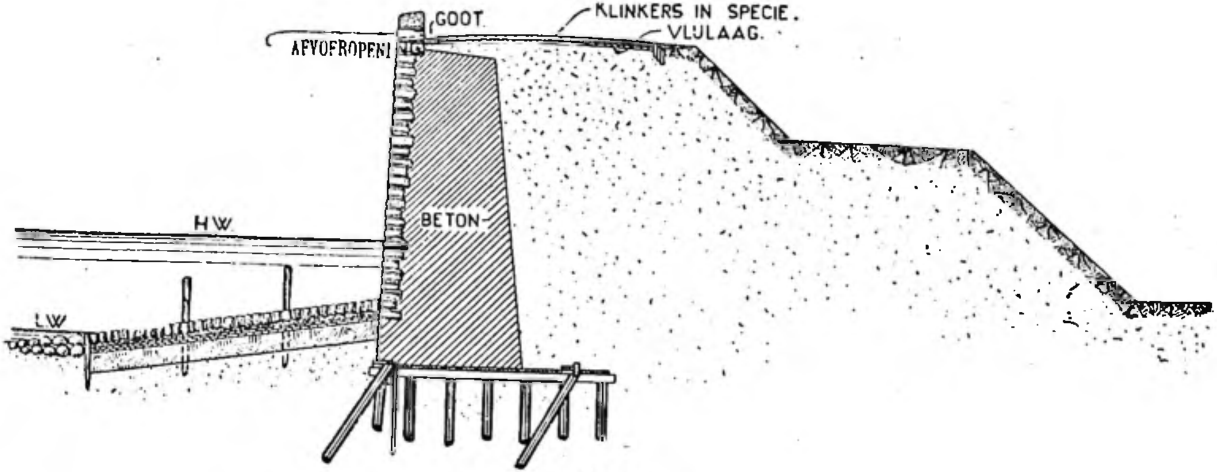

GOOT
KLINKERS IN SPECIE.
VLIJLAAG.
AFVOEROPENING
BETON
HW
LW

Fig. 36.

Toch geeft een muurprofiel met een slechts weinig achterwaarts hellend voorvlak geen bevrediging; men zal daarom goed doen, den overgang tusschen de flauw hellende glooiing en den steilen muur te vormen door een holle lijn (fig. 37), waardoor de kracht van de botsing der golven gebroken wordt en de muur dus minder te lijden zal hebben.

Is de kruin van den dijk tot verkeers- of wandelweg ingericht, dan wordt de muur tot kruinshoogte opgetrokken, soms nog iets hooger, en in vele gevallen van een stevig hek voorzien. Is er geen verkeer over de kruin van den dijk, dan komt de bovenkant van den muur 1 à 1.50 M. daarbeneden.

De muur wordt naar omstandigheden gefundeerd; natuurlijk moet ook

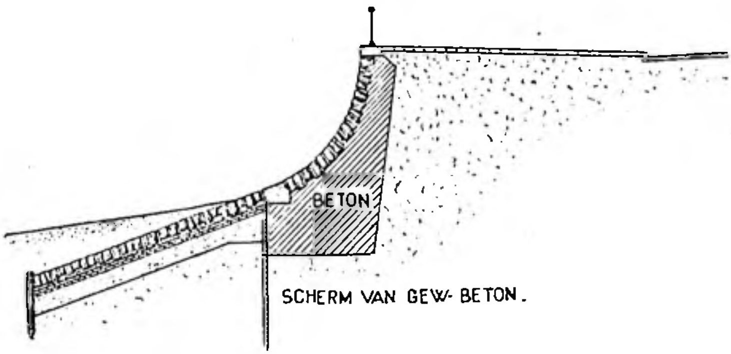


Fig. 37.

de fundeering in overeenstemming wezen met de zware afmetingen van den muur en nimmer mag een damwand in de lengterichting ontbreken, om, bij eventueele schade aan den voet van den muur, te voorkomen, dat de grond zich onder den muur dóór verplaatsen kan.

De materialen voor den muur zijn dezelfde, als die voor gewone grondkeerende muren. Vroeger gebruikte men meestal metselwerk; hieraan is echter vrij veel onderhoud in verband met het verweeren der steenen door het zeewater, het uitvallen van voegen enz.; daarom past men tegenwoordig meer algemeen betonmuren toe, die aan de buitenzijde met zuilenbasalt zijn bekleed.

HOOFDSTUK III.

STRANDVERDEDIGING.

§ 23. **Strandhoofden.** Verkeert het strand vóór een kustvak in achteruitgaanden toestand, hetgeen wordt afgeleid uit de hierna te beschrijven strandmetingen en peilingen, dan moet het strand z.g. worden vastgelegd, hetgeen bestaat in het op gepaste afstanden aanbrengen van lage, al of niet met steen verdedigde dammen of *strandhoofden*. De lengte-as der strandhoofden is ongeveer loodrecht op de oeverlijn; loopt deze niet evenwijdig met den dijksteen of met den duinvoet, dan moet, om ook hiermede een ongeveer loodrechte ontmoeting te verkrijgen, de aslijn van het hoofd flauw worden gebogen.

De strandhoofden hebben ten doel, in de vakken tusschen de hoofden (fig. 11) een betrekkelijke rust te doen ontstaan, zoodat golfslag en stroomschuring worden verhinderd hun schadelijke werking op het strand uit te oefenen en het meegevoerde zand gelegenheid krijgt om te bezinken.

De koppen of zeeëinden der hoofden beginnen op ± 0,50 M. onder L. W., zoodat het hoofd geheel in den droge kan worden gemaakt; voor het werk aan het kopeinde wacht men dan lage tijen af. Heeft echter het strand beneden L. W. steile hellingen of kan er door andere omstandigheden niet in den droge worden gewerkt, dan komt de kop op eenige op elkaar gestapelde zinkstukken te rusten (fig. 38 en 39). In ieder geval dienen maatregelen te worden genomen, dat het zeeëinde sterk genoeg is om aan den soms sterken stroom weerstand te bieden, en moet het dus met flauwe hellingen (1 : 2) worden bewerkt en zwaar worden bestort. Het is noodzakelijk, de koppen der hoofden in een rechte of vloeiend gebogen lijn te leggen; wordt hiervan afgeweken, dan zullen de koppen der vooruitspringende hoofden zeer van de stroomschuring te lijden hebben en dus buitengewoon veel onderhoud vorderen; bovendien bestaat het gevaar, dat de sterke stroom om den kop verdiepingen doet ontstaan, die oorzaak kunnen worden, dat de steenbestorting van den kop wordt meegevoerd of afrolt en het zeeëinde zoodanig onderloopsch wordt, dat het zijn weerstandsvermogen verliest en na langer of korter tijd in de diepte verdwijnt.

Aan het landeinde moet het hoofd aan den zeedijk of aan den duinvoet aansluiten, om te voorkomen, dat bij hooge waterstanden stroom en golven

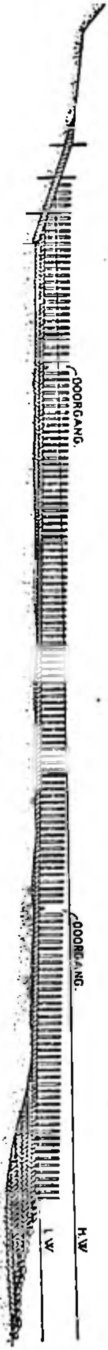


Fig. 38.

zich achter langs het hoofd kunnen bewegen en achterloopschheid zouden veroorzaken (fig. 40). Alleen bij zéér hooge stranden, waarbij zelfs de zeer hooge waterstanden den dijksteen of den duinvoet niet bereiken, behoeft het hoofd niet zóó ver te worden doorgetrokken.

De kruinlijn van het strandhoofd volgt ongeveer den bovenkant van het strand; heeft dit verschillende hellingen, dan worden de kruinlijnen op de knikpunten door flauw gebogen lijnen vereenigd. Zoodoende kan soms een strandhoofd, ter plaatse van lage gedeelten of geulen in het strand, een vrij groote breedte en hoogte verkrijgen.

Het is van belang, te weten, op welken onderlingen afstand de hoofden moeten worden aangelegd. Legt men ze te ver uit elkaar, dan bereikt men niet, of niet ten volle, het doel; maakt men daartegenover den onderlingen afstand te kort, dan worden de kosten der werken onnoodig verhoogd. Het is echter niet doenlijk — zelfs niet bij plaatselijke bekendheid met het kustvak, stroomingen enz. — om met zekerheid den afstand der hoofden te bepalen; men zal dus altijd eenigszins tastenderwijs moeten te werk gaan.

Men zal echter in vele gevallen bij een naburig kustvak, waar reeds strandhoofden zijn aangebracht en dat overigens in vrijwel dezelfde omstandigheden verkeert, kunnen nagaan, of de daar aangenomen afstand der hoofden al of niet voldoende is te achten; dit onderzoek zal gewoonlijk het bepalen der afstanden bij het te verdedigen kustvak belangrijk vereenvoudigen.

De praktijk leert, dat een afstand, die gelijk is aan de lengte der hoofden, bij matig aangevallen stranden bevredigende resultaten oplevert; bij uitgevoerde werken treft men afstanden aan van 100—400 M. en meer.

Bij strandvakken, waar met den aanleg van hoofden moet worden begonnen, zal men dus verstandig doen, mede met het oog op de hooge kosten dezer werken, — aan de hoofden voorloopig een afstand te geven, gelijk aan tweemaal hun lengte; blijkt dit later niet voldoende, dan kan men daarna tusschen iedere twee hoofden nog een hoofd bouwen en dus het aantal verdubbelen.

Blijkt, dat ook hiermede geen voldoende verbetering wordt verkregen, dan worden de hoofden bezet met open paalrijen, die als golfbrekers dienst doen (fig. 41).

De kruin van het strandhoofd verheft zich niet meer dan

0,50 à 0.60 M. boven het strand. Vroeger bouwde men de hoofden veel hooger, maar men is hiervan teruggekomen, omdat de overstortende gol-



Fig. 39.



Fig. 40.

ven groote schade aan het strand toebrachten en tot kostbare herstellingen noodzaakten.

De dwarsdoorsnede van het hoofd werd vroeger aan de bovenzijde volgens een cirkelboog afgewerkt (fig. 42); maar ook dit had zijn bezwaren, omdat de over het hoofd rollende golven tegen het strand botsten en langs de zijden van het hoofd verdiepingen veroorzaakten, zoodat men verplicht

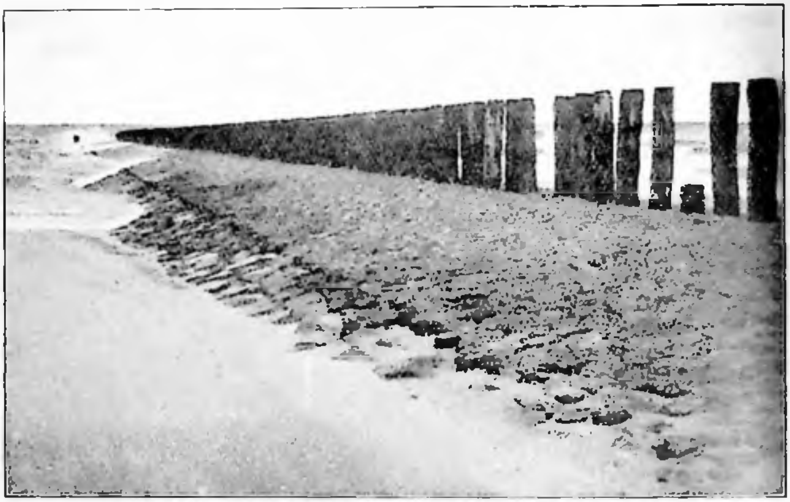


Fig. 41.

was, de van de heerschende windrichting afgekeerde zijde van met steen verdedigde bermen (plasbermen) te voorzien. (Zie ook fig. 40).

Tegenwoordig geeft men het bovenvlak den dubbelen ojiefvorm; het gebogen gedeelte blijft dan behouden, maar gaat met een vloeiende lijn in het strand over (fig. 43).

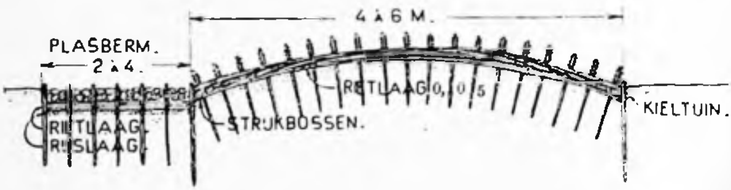


Fig. 42.

De breedte van het bovenvlak bedraagt 3 à 6 M., zoodat de totale breedte van het hoofd 10 à 15 M. wordt; in verband met plaatselijke omstandigheden komen echter ook grootere breedten voor.

In verband met de getijden, kan aan het zee-einde van het hoofd slechts

weinige uren per dag worden gewerkt; daarom begint men gewoonlijk ook aan het boveneinde met den aanleg, zoodat dan het werk niet telkens behoeft te worden onderbroken.

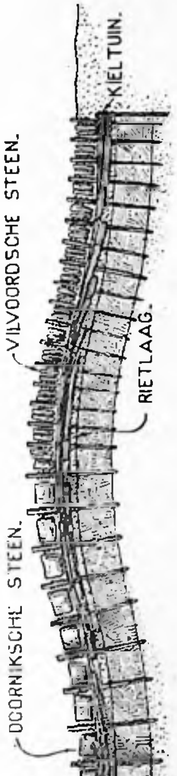


Fig. 43.

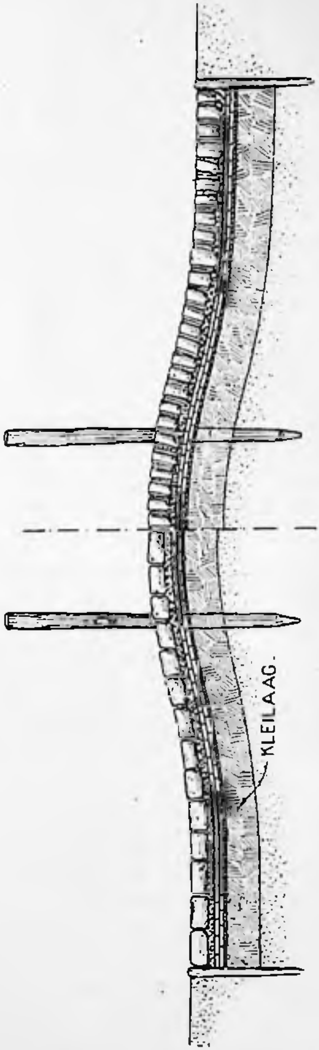


Fig. 44.

Voornamelijk tusschen L. W. en H. W. neemt men niet te groote stukken onderhanden, daar half afgewerkte vakken door het opkomende vloedwater vrij sterk kunnen worden beschadigd.

Zooals de fig. te zien geven, wordt het hoofd over de volle dikte der verdediging in het strand ingelaten of „ingespond". Wanneer klei in de nabijheid te verkrijgen is, of met niet al te groote kosten kan worden aangevoerd, wordt over de volle breedte een kleilaag aangebracht ter dikte van 0.50 M.; dit moet echter dikwijls vanwege de hooge kosten worden nagelaten. Nadat het kleibeloop of het zandprofiel is afgewerkt, wordt de sponde begrensd door een stevigen vlechttuin, een z.g. „kieltuin", of een perkoenrij. Tusschen deze tuinen of perkoenrijen wordt een laag droog riet gespreid ter dikte van 5 cM., in de lengterichting van het hoofd; een enkele maal brengt men hierop een bebeugeling aan, om lostrappen, wegdrijven enz. te voorkomen. Tegen den kieltuin of de perkoenrij en op het riet komt een laag strijkbossen mede in de lengterichting van het werk. Daarna brengt men dwars over de rietlaag een gewone rijsbedekking aan, waarmede in het midden begonnen wordt. De rijsbossen — gewoonlijk wordt Hollandsch rijshout gebruikt — worden van het midden naar de kanten gelegd met de bleezen in de oppervlakte, zoodat een gewone aftreklaag ontstaat, die 0.50 M. wordt afgetrokken. De bovenbanden der bossen worden losgesneden. Om de rijslaag te bevestigen, worden in de lengterichting van het werk vlechttuinen aangebracht. Hiermede is het hoofd in zijn eenvoudigsten vorm voltooid. Dikwijls echter is deze constructie niet sterk genoeg en is men verplicht, het rijshout met steen af te dekken. Gebruikt men daartoe Doorniksche steen, dan komen de vlechttuinen op 0.50 à 0.70 M. afstand; bij gebruik van andere steensoorten blijft die afstand 0.33 M. (fig. 43).

Toch blijft het vergankelijke rijshout, dat bovendien beneden halfvloed dikwijls aan de vernielende werking van den paalworm is blootgesteld, een ongewenscht element.

Het is daarom aan te raden, het strandhoofd geheel als steenglooiing te construeeren, die dan op de gewone wijze wordt samengesteld (fig. 36, 40, 41 en 44).

De palen worden ingeslagen vóór de steenbezetting wordt aangebracht. Een enkelen keer volstaat men met perkoenpalen, maar gewoonlijk gebruikt men eiken palen van 3.50 à 4 M. lengte, die 1.50 à 2 M. boven het bovenvlak van het hoofd uitsteken; men plaatst de palen zóó ver uit elkaar, dat er 20 à 25 per D.M. lengte komen.

In verband met de ligging van het hoofd en de sterkte van de golfbeweging, neemt men de paalrijen enkel of dubbel, een enkele maal vindt men drie rijen naast elkaar; op zeer zwaar aangevallen plaatsen maakt men er wel staketwerken van, door de palen in iedere rij en ook de rijen onderling te koppelen.

Evenals bij gewone glooiingen vinden ook hier deze staketwerken vele bestrijders.

§ 24. **Zeehoofden.** Bij lage stranden en wanneer het hoofd tevens dienst

moet doen als stroomleider, om b.v. bij een scherpe ombuiging van de kustlijn den stroom van den oever af te houden, is een strandhoofd, zooals dit in de vorige § werd beschreven, niet meer voldoende en wordt daarom in dergelijke gevallen gebruik gemaakt van *zee- of paalhoofden.*

Het hoofd bestaat dan uit eenige rijen zware palen, die onderling stevig gekoppeld worden en alzoo een voldoend stijf samenstel vormen, om de kracht van golfslag en stroom te weerstaan (fig. 45). Ter plaatse van het hoofd moet de bodem door eenige op elkaar gestapelde en zwaar bestorte zinkstukken worden verdedigd. De palen dienen aan de punt met een ijzeren schoen te zijn gewapend, omdat ze eerst na het uitvoeren der steenbestorting kunnen worden geslagen.



Fig. 45.

De altijd onder water blijvende rijzendammen hebben uit den aard der zaak zeer flauwe hellingen (fig. 46).

De palen hebben een zwaarte van 0.30 × 0.30 M. à 0.50 × 0.50 M. en worden met het oog op den paalworm van groenhart, manbarklak, blue gum of een dergelijke zeer harde houtsoort genomen. Lengten van 15 à 25 M. zijn geen zeldzaamheid. De palen worden geplaatst in 2 à 3 rijen op afstanden van 3 à 5 M.; de ruimte tusschen de palen is één à tweemaal een paaldikte. Zooals uit de fig. blijkt, worden de palen door zware gordingen gekoppeld; ook de rijen onderling worden door balken verbonden. Langs iedere paalrij worden eenige loopplanken aangebracht.

Meestal wordt iedere paalkop van een eenvoudige gegoten ijzeren muts voorzien, met het oog op splijten en inwateren.

Dergelijke zeehoofden dienen ook dikwijls als golfbrekers bij haveningangen en dergelijke; men bouwt dan veelal aanlegsteigers evenwijdig met het hoofd, en verbindt deze door loopbruggen er mede (fig. 46). Ook wordt

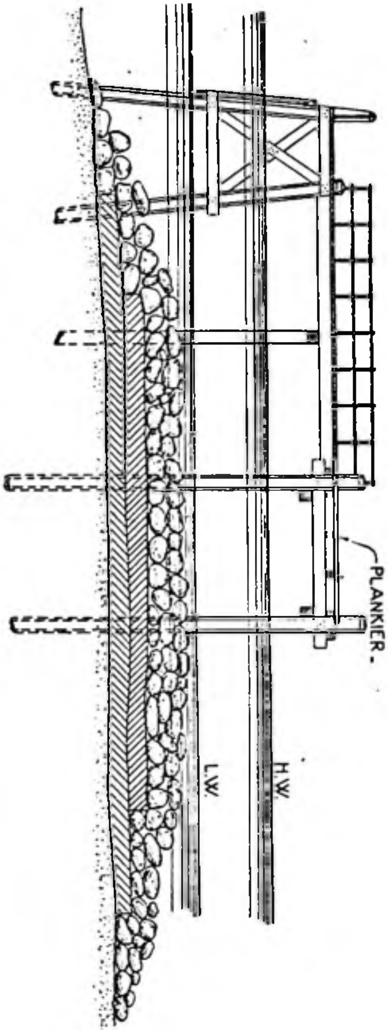


Fig. 46.

dan op den kop van het hoofd een lichtopstand geplaatst. In dergelijke gevallen voorziet men het hoofd van een plankier, waarvan de planken rusten op langsliggers, die door de dwarsbalken (gordingen) worden gedragen.

HOOFDSTUK IV.

PEILSCHALEN, STRANDMETINGEN, PEILINGEN.

§ 25. **Peilschalen.** De hoogten der waterstanden worden tegenwoordig vrijwel algemeen opgenomen ten opzichte van N. A. P. Vroeger heerschte op dit gebied doorgaans groote verwarring, daar verschillende gewesten, steden, dorpen en zelfs waterschappen, er een afzonderlijk eigen peil op nahielden, waardoor onderlinge vergelijking werd bemoeilijkt. Het gebruik dezer plaatselijke peilen is nog niet geheel verdwenen; men heeft nog het *Winscholer peil, het Delflandsch peil, het Rijnpeil* (Utrecht en omstreken), enz.; toch neemt langzamerhand het gebruik ervan af, wat een voordeel is, in verband met de dikwijls noodzakelijke herleidingen tot N. A. P., waardoor zeer gemakkelijk fouten ontstaan.

Peilschalen zijn langwerpige, van een verdeeling voorziene strooken, die worden aangebracht aan sluisvleugels, bruglandhoofden, havenmuren en dergelijke, op een zooveel mogelijk beschutte en voor golfslag beveiligde plaats, die zelfs bij zeer hooge waterstanden gemakkelijk te bereiken is.

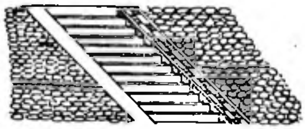


Fig. 47.

De peilschalen worden vervaardigd van hout, ijzer en natuursteen. Zij worden tegen een muur, of daartoe ingeslagen paal opgehangen, of in het metselwerk ingelaten.

Gewoonlijk worden zij loodrecht aangebracht; een enkele maal treft men ze schuin liggend aan; de bovenkant ligt dan gelijk met of iets boven het vlak van het dijkstalud. Met de verdeeling is dan natuurlijk met dezen hellenden stand rekening gehouden, de centimeterverdeeling komt dus wijd uit elkaar te staan, wat het voordeel heeft, dat zeer nauwkeurig kan worden afgelezen (fig. 47).

Houten peilschalen zijn gewoonlijk grenen of eiken delen, dik ± 3 à 4 cM. en breed 20 à 25 cM., waarop de verdeeling in cM., dM. en M. geschilderd is. Het doelmatigst verft men de plank geel en de cijfers zwart. De bevestiging aan den muur moet zoodanig zijn, dat de schaal gemakkelijk kan worden afgenomen, om te worden schoongemaakt en overgeverfd.

De ijzeren peilschalen zijn vlakke, of eenigszins bol gevormde gegoten ijzeren platen, die op houten delen worden bevestigd. Gewoonlijk zijn zij blauw of rood geëmailleerd; de cijfers zijn wit.

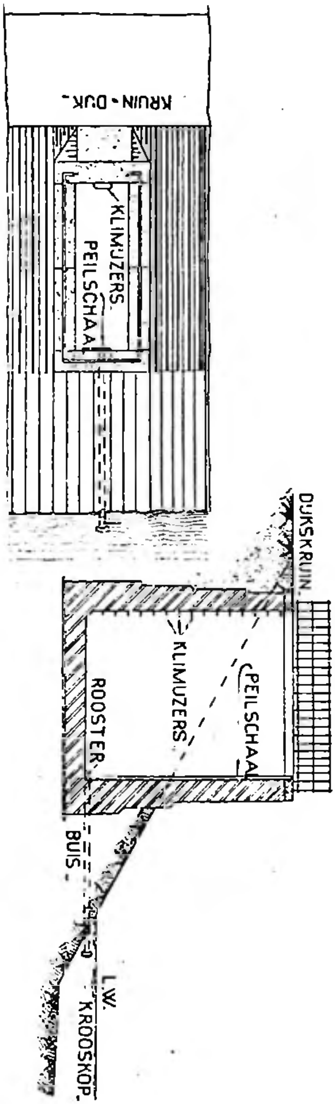


Fig. 48.

Steenen peilschalen zijn platen van natuursteen (gewoonlijk hardsteen), die loodrecht of hellend worden ingemetseld en waarin de verdeeling en de cijfers zijn ingehakt. Langs de rivierdijken treft men deze peilschalen wel aan, gesteld in een gemetselde schacht of stoel (fig. 48), die in het dijkslichaam is geplaatst en met het rivierwater door een buisleiding of riool is verbonden. Op deze wijze kan men den waterstand nauwkeurig aflezen, daar in de gemetselde schacht het wateroppervlak altijd rustig zal zijn; een zwak punt in de constructie is echter de soms lange buisleiding naar de peilschaal, die gemakkelijk verstopt raakt.

Vele peilschalen zijn door het Rijk aangebracht en worden van Rijkswege onderhouden.

Het waarnemen der waterstanden op de peilschalen is een tijdroovend werk; toch moet het zeer geregeld geschieden, om aan de waarnemingen eenige waarde te kunnen hechten. Aan de bovenrivieren, waar de waterstanden geleidelijk verloopen, is het in den regel voldoende, één- of tweemaal per dag het peil op te nemen; maar aan zee en aan de benedenrivieren, waar de waterstand van minuut tot minuut verandert, is een veel nauwkeuriger waarneming noodzakelijk.

Daarom zijn van Rijkswege op daartoe geschikte punten *zelfregistreerende peilschalen* aangebracht. Deze vorderen slechts weinig toezicht en zijn zoo-

danig ingericht, dat zij gewoonlijk om de vijf minuten den waterstand automatisch opteekenen.

De algemeene inrichting is als volgt (fig. 49).

In het dijkslichaam is een loodrechte schacht of buis aangebracht, wijd ± 1 M., met den bodem 0.75 à 1 M. lager dan de laagst bekende waterstand ter plaatse. Deze schacht, de *„peilput"*, is door een 0.15 à 0.20 M. wijde buis met het buitenwater verbonden, welke buis, ook met het oog op bevriezen, zoo laag mogelijk wordt gehouden. De buis wordt op het einde met een roosterwerk afgesloten, om het binnendringen van visschen, en verontreiniging en verstopping door drijvende voorwerpen te ontgaan. Gevaar van volslibben is echter niet uitgesloten, waarom men wel een ketting over een paar schijven aanbrengt, die van tijd tot tijd heen en weer wordt ge-

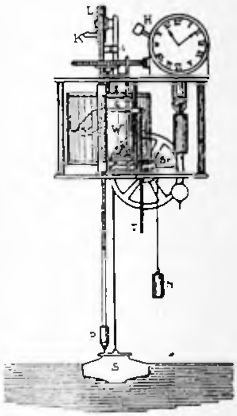


Fig. 49.

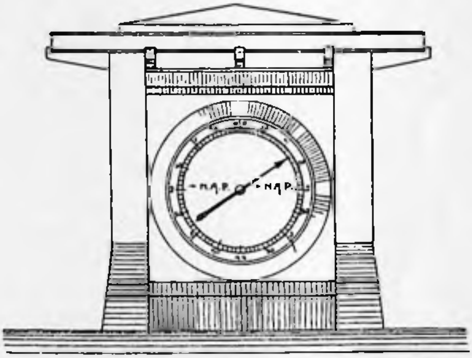


Fig. 50.

haald. Met het oog op laatstgenoemd bezwaar, verdient het wellicht overweging, de buis niet horizontaal te leggen, maar haar naar boven op te buigen, zoodat ze een hevel vormt. Ter verkrijging van meerdere bedrijfszekerheid kan de buis dan dubbel worden genomen. In den peilput is dus de wateroppervlakte even hoog als die van het buitenwater, en daar de toegang tot den peilput door een betrekkelijk nauwe buis wordt gevormd, zal het oppervlak niet onderhevig zijn aan den invloed van deining en golfslag.

In den put drijft de drijver S, die dus met den waterstand op en neer gaat. De drijver is opgehangen aan een schijf door middel van een staaldraad, terwijl het tegengewicht N het samenstel in evenwicht houdt. Gaat nu de drijver op en neer in verband met het stijgen of dalen van het buitenwater, dan zal ook de schijf draaien en het daaraan bevestigde rondsel Sr, zal aan den tandheugel T een stijgende of dalende beweging verleenen. Aan de

stang T is een stift b bevestigd, die tegen een trommel W wordt gedrukt waarom een vel papier is gespannen. De trommel wordt door een uurwerk gelijkmatig rondgedraaid.

Bij de meeste instrumenten draait de trommel éénmaal per week om haar as, zoodat slechts ééns per week een nieuw blad papier moet worden omgelegd. Dit papier is zoodanig verdeeld, dat de verticale lijnen de uur- en dagverdeeling, en de horizontale verschillende hoogtelijnen aangeven, natuurlijk op zoodanige schaal, als overeenkomt met de verkleining der beweging van den drijver door het rondsel.

Bij verschillende toestellen drukt het potlood niet voortdurend tegen de trommel, maar wordt het door een uurwerkje om de vijf minuten daartegen getikt, zoodat er een reeks stippen ontstaat. Deze stippen tot een lijn vereenigd, geven nu het verloop der verschillende waterstanden nauwkeurig aan.

Het geheele toestel is geplaatst in een klein gebouwtje. In sommige gevallen wordt de beweging van den drijver overgebracht op een wijzer, geplaatst op een groot wijzerbord aan de buitenzijde van het peilschaalgebouwtje (fig. 50). Voor de scheepvaart levert dit gemak op, daar men zelfs onder het voorbijvaren dan den waterstand kan aflezen.

Bij sommige zelfregistreerende peilschalen vervalt de drijver in den peilput. Een onder den laagsten waterstand vast bevestigde klok is door middel van een zeer nauwe (2 mM.) looden buis in verbinding gebracht met een met kwikzilver gevulde, loodrecht geplaatste, glazen buis. Door een luchtpomp wordt de lucht in de nauwe buis samengeperst en moet dus een verhooging van den waterstand een verhooging van de kwikzilverkolom ten gevolge hebben. De veranderingen in den waterstand kunnen nu onmiddellijk op de glazen buis worden afgelezen; ze kunnen echter ook door een in het kwikzilver aangebrachten drijver, waaraan een stang met potlood, op een om een trommel gespannen vel papier worden overgebracht, zooals dit bij het bovenbeschreven systeem geschiedt.

Een in de nauwe buis aangebrachte luchtpomp met driewegkraan maakt het mogelijk, nu en dan de in de buis aanwezige lucht opnieuw samen te persen.

In den laatsten tijd treft men ook in ons land z.g. *electrische peilschalen* aan.

Zij zijn zoodanig ingericht, dat de bewegingen van een drijver of vlotter, die desnoods in open water kan zijn geplaatst, door een electrischen kabel worden overgebracht naar een op of achter de zeewering geplaatst toestel, waar zij dan op de gewone wijze worden geregistreerd.

Bij deze methode vervalt dus de dikwijls tot bezwaren aanleiding gevende peilput; de drijver kan b.v. worden opgesteld op den kop van een strandhoofd of van een krib.

§ 26. **Strandmetingen.** Daar onze stranden uit een zeer beweeglijke massa bestaan en een eenmaal ingetreden strandverlaging een snel verloop kan hebben, is het noodig, dat men zich van tijd tot tijd vergewist, in welken toestand het strand zich bevindt; men kan dan door vergelijking met voorgaande waarnemingen nagaan, of het strand vóór- of achteruitgaat; in 't laatste geval zal men dan moeten beslissen, of de tijd voor het maken eener strandverdediging al dan niet gekomen is.

Het bedoelde overzicht verkrijgt men door het ieder jaar verrichten van *strandmetingen*.

Daartoe zijn, ongeveer evenwijdig met den oever, ongeveer op de hoogwaterlijn, in rechte of regelmatig gebogen lijnen, op afstanden van 100 à 200 M. z.g. *strandpalen* geplaatst (fig. 51 en 52). Deze palen hebben een lengte van 2 à 3 M., reiken met den kop 1 M. à 1.25 M. boven het strand en zijn van een doorloopende nummering voorzien; zij worden vervaardigd van beslagen eikenhout; soms bestaan zij uit een ijzeren buis.

De hoogten van de koppen dezer palen zijn door waterpassing bekend. Om de palen, die door storm of ijsgang mochten zijn verloren geraakt, gemakkelijk door andere te kunnen vervangen worden zij geplaatst in het midden van een vierkant van b.v. 2 à 4 M. zijde; de hoekpunten van dit vierkant worden aangegeven door korte, stevige paaltjes, z.g. „*verklikkers*", die zoo diep worden ingeslagen, dat de koppen even onder het zand komen, zoodat zij niet verloren kunnen gaan en toch vlug gevonden kunnen worden. De lijn, die over de koppen der strandpalen gaat, heet de *strandpalenlijn* of de *hoofdraai* (raai = meetlijn).

Loodrecht op deze hoofdraai worden nu zéé- en landwaarts uit de strandpalen loodlijnen opgericht, z.g. „*meetraaien*". De eindpunten dezer meetraaien worden ook weer door korte paaltjes, die 0.20 à 0.40 M. boven het strand komen, aangegeven. Men vindt dus zoo'n paaltje nabij den dijksteen of duinvoet en nabij de laagwaterlijn.

Vervolgens worden nu de theorethische hoog- en laagwaterlijnen op de meetraai uitgezet. Hoewel dit zou kunnen geschieden met behulp van een waterpasinstrument, gebruikt men hier een nog eenvoudiger methode, n.l. die van het *waterpassen op den horizon*.

Dit geschiedt op de volgende wijze.

Nemen we aan, dat voor een bepaald kustvak de gemiddelde vloed is 1.74 M. + en de gem. eb 1.88 M. ÷ en dat de kop van den strandpaal in een willekeurige meetraai ligt op 2.76 M. +.

Om nu de theoretische L.W.-lijn te vinden, moet dus een punt gezocht worden, dat 2.76 ÷ 1.88 = 4.64 M. onder den kop van den strandpaal ligt. Men neemt nu een 5 M. lat en stelt een daaraan schuifbaar verbonden dwarslatje op 4.64 M. De waarnemer plaatst zich achter den strandpaal en zicht over den paalkop naar den horizon (de lijn, waar oogenschijnlijk de

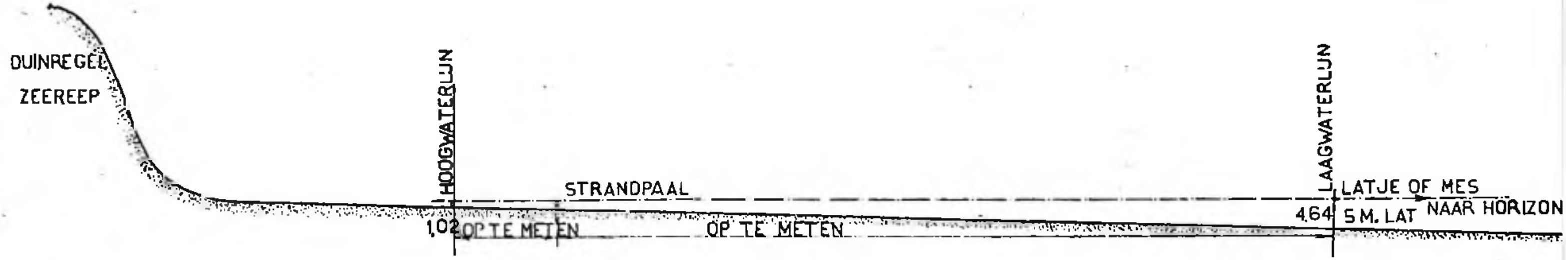

DUINREGEL
ZEEREEP
HOOGWATERLIJN
LAAGWATERLIJN
STRANDPAAL
LATJE OF MES
4.64
5 M. LAT
NAAR HORIZON
1.02
OP TE METEN
OP TE METEN

Fig. 51.

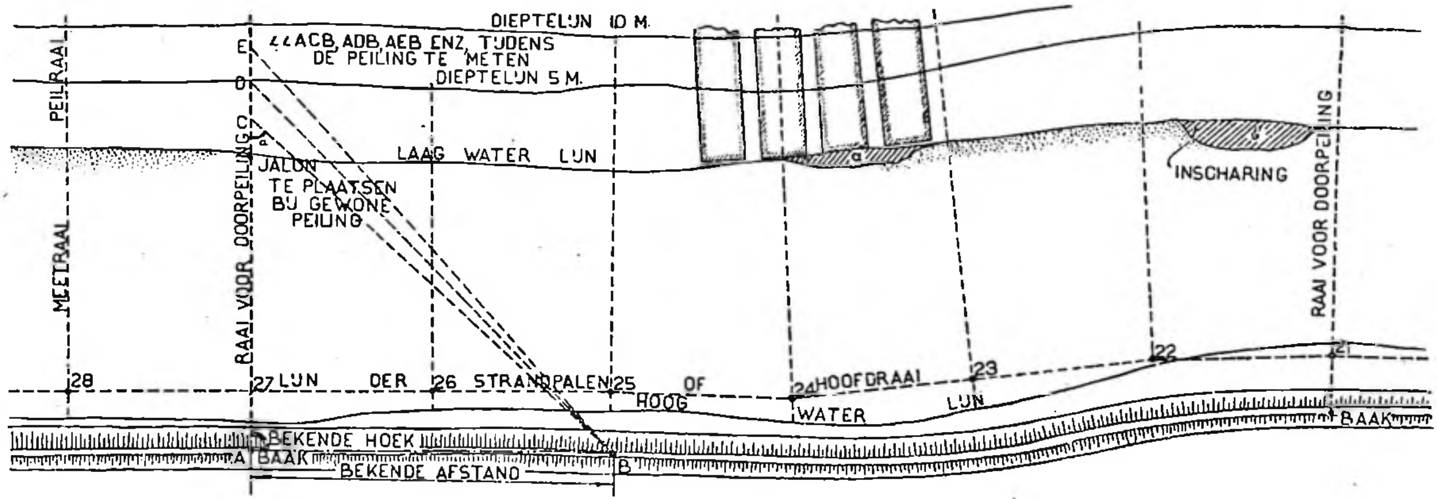

DIEPTELIJN 10 M.
∠∠ACB, ADB, AEB ENZ. TIJDENS
DE PEILING TE METEN
DIEPTELIJN 5 M.
E
D
C
PEILRAAL
LAAG WATER LIJN
JALON
TE PLAATSEN
BIJ GEWONE
PEILING
INSCHARING
MEETRAAL
RAAI VOOR DOORPEILING
RAAI VOOR DOORPEILING
28
27 LIJN DER 26 STRANDPALEN 25 OF
24 HOOFDRAAL
23
22
21
HOOG WATER LIJN
BEKENDE HOEK
A
BAAK
B
BEKENDE AFSTAND
BAAK

Fig. 52.

lucht het water raakt). Het zal duidelijk zijn, dat de lijn van den paalkop naar den horizon als horizontaal mag worden beschouwd, want hoewel de lijn in werkelijkheid iets daalt, is de helling zóó gering, dat de betrekkelijk korte afstand waarover de lijn wordt gebruikt, practisch waterpas is; bovendien wordt bij iedere meting vrijwel dezelfde fout gemaakt.

Terwijl de waarnemer nu achter den paal blijft visceren, beweegt de man met de 5 M. lat zich — in de meetraai — in de richting van het water en plaatst af en toe de lat loodrecht op het strand.

Zoodra nu de waarnemer de drie punten: paalkop, bovenkant dwarslatje en horizon, in één lijn ziet, geeft hij den man met de 5 M. lat een teeken om halt te houden. Een punt van de theoretische L.W.-lijn is nu gevonden en de afstand hiervan tot de hoofdraai wordt onmiddellijk opgemeten.

In plaats van met een verschuifbaar latje, wordt de hoogte van L.W. onder den strandpaalkop ook wel aangegeven door het op de vereischte hoogte in de 5 M. lat insteken van een breed mes.

Op dezelfde wijze als voor de L.W.-lijn is beschreven, wordt nu ook een punt van de H.W.-lijn vastgelegd.

In ons geval ligt de H.W.-lijn 1.02 M. onder den strandpaalkop. Men neemt nu een 2 M. lat, houdt dwars daarop op 1.02 M. een latje of duimstok en beweegt zich nu zoo ver naar dijksteen of duinvoet, dat bovenkant duimstok, strandpaalkop en horizon weer in één lijn liggen. Ook de afstand van dit punt tot de hoofdraai wordt opgemeten.

Zoo voortgaande, verkrijgt men, door de gevonden punten van L.W. en H.W. te verbinden, de H.W.- en L.W.-lijnen. De gevonden punten van de L.W.-lijn zullen niet altijd met het werkelijk aanwezige L.W. overeenstemmen; toevallige omstandigheden — lage eb, zee- of landwind en dergelijke — geven doorgaans eenige afwijking.

Wanneer de zeewering uit duinen bestaat, wordt de hoogte van den eersten duinregel („zeereep") in het verlengde van de meetraai opgemeten; ten minste, wanneer deze hoogte minder dan 5 M. boven H.W. bedraagt.

De uitkomsten der strandmetingen worden na afloop in een daartoe bestemd register opgeteekend; men kan dan, door vergelijking met vorige metingen, op eenvoudige wijze nagaan, of het strandvak vóór- of achteruitgaand is.

Zijn de L.W.- en H.W.-lijnen verplaatst in de richting van de zee, dan is het strand verhoogd; in het tegenovergestelde geval heeft strandverlaging plaats gehad.

Niet altijd verplaatsen beide lijnen zich in denzelfden zin; het kan zeer goed gebeuren, dat na een stormachtige periode het bovenstrand is verlaagd en dat het verloren gegane zand zich op het benedenstrand heeft afgezet en dit dus verhooging aanwijst. Het is dus zaak, bij het maken van gevolgtrekkingen met voorzichtigheid te werk te gaan.

§ 27. **Peilingen.** Niet minder dan voor de stranden, is ook voor de onderzeesche oevers een op vaste tijden herhaald onderzoek noodig; te meer nog, daar eén plotselinge, snelle afneming van den oever onder laagwater reeds bedenkelijke afmetingen kan hebben aangenomen, alvorens het wordt geconstateerd.

Het vaststellen der veranderingen, die de hoogte van den onderzeeschen oever heeft ondergaan, noemt men *peilen*, hetgeen dus bestaat in het meten van waterdiepten.

Evenals het strandmeten, worden ook de peilingen ieder voorjaar, aan sommige kustvakken ook nog in het najaar uitgevoerd. Het peilen geschiedt in z.g. „*peilraaien*"; dit zijn lijnen, die gewoonlijk in 't verlengde der bij het strandmeten gebruikte meetlijnen liggen. Wanneer aan een kustvak strandhoofden aanwezig zijn, neemt men soms het verlengde van een strandhoofdas als peilraai aan. Bij achteruitgaande onderzeesche oevers en wanneer aan een kustvak oevervallen plegen voor te komen, wordt zeer dikwijls gepeild en neemt men de peilraaien op veel korter afstand van elkaar, soms 25 M., een enkele maal 10 M. (fig. 79).

Het meten van de waterdiepte zelf geschiedt met een *peilstang* of met een *peillood*. De eerste bestaat uit een sterke houten lat, die in dM. is verdeeld en aan het ondereinde met ijzer of lood is bezwaard; de stang wordt loodrecht in het water geplaatst en de diepte op 1 dM. nauwkeurig afgelezen.

Het spreekt vanzelf, dat de peilstang bij diepten, grooter dan 3 à 4 M., moeilijk te hanteeren is; zij wordt dan ook boven die diepte vervangen door het peillood, een zwaar kegelvormig stuk lood of ijzer, dat wordt neergelaten aan een sterk touw of dun staaldraad, hetwelk om den Meter van een genummerd leertje is voorzien. Gewoonlijk bevindt zich tusschen deze nog een ongenummerd leertje, dat de halve Meters aangeeft. De waterdiepte wordt in dM. afgelezen.

Bij normale kustvakken strekken de jaarlijksche of halfjaarlijksche peilingen zich uit tot ongeveer 200 M. uit de laagwaterlijn. Om de afstanden uit die lijn te kunnen bepalen, maakt men gebruik van een *afstandslijn*; dit is een dunne staaldraad, om de 5 M. van genummerde leertjes voorzien, die om een haspel wordt op- en afgewonden.

Tot het verrichten eener peiling heeft men, behalve de reeds genoemde hulpmiddelen, noodig een flinke roeiboot, die door twee of vier roeiers wordt voortbewogen. De haspel, waarom de afstandslijn is gewonden, wordt in het achtereinde van de boot geplaatst. Nadat de peilraai op het strand door jalons of baken is aangegeven, wordt de afstandslijn bevestigd aan een paal, die op het snijpunt van de theoretische laagwaterlijn en de peilraai is ingeslagen. De waarnemer of peiler controleert voortdurend onder het langzaam voortroeien, of de boot in de raai blijft, en tevens noteert hij de diepten, die door den man, die het peillood hanteert, luidkeels worden afge-

roepen. Gewoonlijk wordt om de 5 M. gepeild, soms om de 10 M. Er moet nu nog rekening gehouden worden met de waterhoogte op het oogenblik van peilen, want het oppeilen eener raai duurt allicht 5 à 10 minuten en in dat tijdsverloop kan de waterstand beduidend veranderd zijn. Daarom wordt iederen keer, dat zal worden gepeild, bij de naastbijzijnde peilschaal (b.v. bij een uitwateringssluis) een man geposteerd, die om de 5 à 10 minuten den waterstand afleest en noteert. Hij, die de peiling verricht, zet zijn uurwerk gelijk met dat van den waarnemer, en teekent nauwkeurig het begin en het einde van iedere peiling met het nummer van de peilraai op. Zoodoende is het mogelijk, om na afloop der peilingen de gemeten waterdiepten tot N. A. P. of tot L.W. te herleiden.

De uitkomsten der peilingen worden in daartoe bestemde peilregisters opgeteekend, om eventueele veranderingen in den toestand van den onderzeeschen oever gemakkelijk te kunnen constateeren. (Zie pag. 80 en 81.)

Dieptelijnen op 5—10—15 M. enz. beneden N. A. P. verkrijgt men, door punten van gelijke diepte in de peilraaien door rechte of gebogen lijnen te verbinden.

Bij zeer lage, natte stranden wordt als hoofdraai aangenomen de buitenkruinlijn van den zeedijk en doen de hectometerpalen denzelfden dienst als de strandpalen.

Ook de windrichting kan invloed op het peilen uitoefenen. Bij een landwind zal n.l. de afstandslijn strakker gespannen worden dan bij een zeewind; dit kan oorzaak zijn, dat men niet juist op dezelfde plaats peilt als een vorig jaar. Dit zal nu bij langzaam glooiende oevers geen groot verschil in aflezing opleveren, maar bij steile oevers kan het aanleiding geven tot het vaststellen van te groote of te geringe diepten; men zal daarom ook altijd de windrichting in het peilregister moeten aanteekenen.

Verder dient men rekening te houden met de lengte der boot, daar de man, die het peillood uitwerpt, op den kop van de boot staat, en de haspel, waaraan de afstandslijn, in het achtereinde is geplaatst. Gewoonlijk zal de afstand van peiler tot haspel 5 M. bedragen, zoodat, wanneer de afstandslijn 125 M. aanwijst, de peiling op 125 + 5 = 130 M. uit de L.W.-lijn moet genoteerd worden.

Doorpeilingen noemt men die peilingen, die zich uitstrekken vanaf de laagwaterlijn tot de tegenoverliggende zandbank of ondiepte; men peilt dan niet alléén den onderzeeschen oever, maar ook de langs de kust loopende stroomgeul. De afstand der raaien van de doorpeilingen bedraagt 200 à 600 M., verband houdende met den toestand van oever en stroomgeul. Bij gebogen kustgedeelten zal men de doorpeilingen in den regel dichter bij elkaar nemen, want juist in bochten is de stroomschuring het sterkst.

Het zal duidelijk zijn, dat men zich bij deze lange peilingen niet behelpen kan met een roeiboot en afstandslijn.

Als peilvaartuig neemt men dan een flinke sleepboot, die zich langzaam stoomend voortbeweegt; de vaarrichting wordt aangegeven door op het strand en op het duin of den dijk geplaatste stevige lange sparren, met de nationale vlag in top.

De afstand tot hoofdraai of dijkskruin wordt niet direct gemeten; dit geschiedt alleen met den afstand A B (fig. 52); de waarnemer op de sleepboot is voorzien van een sextant en leest op 't oogenblik, dat er gepeild wordt, den hoek A C B, A D B enz. af; zoodoende kunnen de gevraagde afstanden A C, A D enz. op eenvoudige wijze worden gevonden. Natuurlijk geschiedt deze afleiding eerst na afloop der peiling.

De peilingen worden verder uit elkaar genomen dan bij de gewone raaien; men loodt op 20 à 40 M. uit elkaar, naar gelang de oever steiler of vlakker is.

Bij gebruik van de sextant tot het bepalen der afstanden, peilt men wel geen twee achtereenvolgende keeren op één plaats, maar dit is voor de praktijk niet bezwaarlijk, daar de onderzeesche oevers en stroomgeulen in den regel normaal verloopende dwarsprofielen vertoonen en omdat de doorpeilingen slechts om de vijf jaar worden herhaald; ook daarom zou een juist op dezelfde plaats peilen geen nut hebben.

Evenals alle peilingen, worden ook doorpeilingen uitgevoerd zooveel mogelijk bij de kentering van het getij en in ieder geval bij lage waterstanden; er is dan gewoonlijk weinig deining en de te peilen diepten zijn geringer dan bij hooge waterstanden.

BLAD UIT EEN

Peilraal No. XXI gelegen

Afstand in M. uit de buitenkruinlijn. Afstand in M. uit de hoofdraai.					140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	19
Jaar.	Dagteekening.	Windrichting tijdens het peilen.	Afstand in M. van de laagwaterlijn tot de buitenkruinlijn.	Afstand in M. van de laagwaterlijn tot de hoofdraal.	Diepten in d											
1899	April	—	165	127	—	—	—	—	—	—	1	4	6	9	12	16
1900	12 Maart	—	135	97	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	10	17
1910	1 April	Z.	140	103	—	3	3	5	6	7	8	8	8	7	7	6
1915	16 April	Z.O.	149	111	—	—	1	2	1	2	1	—	—	—	—	—
1916	3 April	Z.Z.O.	205	167	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1917	14 Maart	W.	207	169	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1918	1 Maart	Z.W.	209	171	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1919	20 Maart	Z.O.	213	175	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	

Toch valt het niet te ontkennen, dat aan de beschreven methoden van peilen verschillende bezwaren kleven, en voornamelijk het peilen zelf, het aflezen van de waterdiepte blijft een zwak punt. De grootste moeilijkheid hierbij is het bepalen van het oogenblik, waarop het peillood den bodem raakt. Dit is soms — voornamelijk bij modderige, aanslibbende oevers — uiterst moeilijk waarneembaar; hierbij kan het voorkomen, dat de diepte veel te groot wordt afgelezen, omdat het peillood diep in de modder is weggezonken; vooral bij grootere diepten — 40 à 50 M. — wordt het peilen uit de hand zeer bezwaarlijk.

Er zijn dan ook verschillende toestellen geconstrueerd, waarbij getracht is, de verschillende bezwaren op te heffen.

Een korte beschrijving van het door *Ir. Jhr. De Muralt* uitgedacht zelfregistreerend peiltoestel moge hier volgen.

Het peillood (fig. 53) bestaat uit twee gedeelten, het eigenlijke peillood *A* en het gedeelte *B*. Het peillood is een zeer zwaar stuk ijzer, prismatisch of kegelvormig, welke laatste vorm de voorkeur verdient, wegens het grootere grondvlak. Zoodra nu het peillood den grond raakt, ontspant de veer *n* zich en de kop *m* stuit tegen plaat *k*; *k* en *g* zijn koperen platen, door een ebonieten plaat *h* geïsoleerd. Nu is de plaat *k* door moer *x* verbonden met koperdraad *c*, en plaat *g* door moer *y* met draad *d*, zoodat, wanneer *m* aan *k* raakt, er een gesloten geleiding ontstaat. De draden *c* en *d* gaan — geïsoleerd — door de dieptelijn *F*, splitsen zich in de trommel van de diepterol

PEILREGISTER.

vóór strandpaal 27.

200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305

beneden laagwater.

19	25	30	36	44	49	40	49	51	52	53	54	54	56	57	60	61	61	64	69	76	79
20	23	25	28	37	43	48	53	65	66	68	70	75	78	83	83	87	88	93	95	97	99
6	5	6	7	8	9	9	9	14	20	20	26	35	44	49	55	61	65	67	67	68	70
—	1	2	2	3	6	8	9	10	11	16	18	26	34	44	53	56	58	64	70	72	76
1	4	4	6	7	7	8	12	13	16	20	22	27	36	39	46	55	59	62	69	78	83
—	1	2	4	6	8	10	14	16	20	22	28	34	39	42	51	62	67	68	72	76	80
—	—	4	5	7	0	11	12	18	24	25	27	29	34	37	40	45	51	56	56	64	72
6	7	7	7	8	9	12	16	17	18	22	26	30	32	34	35	38	42	46	48	53	64

en worden daar verbonden aan de elementen *o* en *p* (fig. 54), en met de

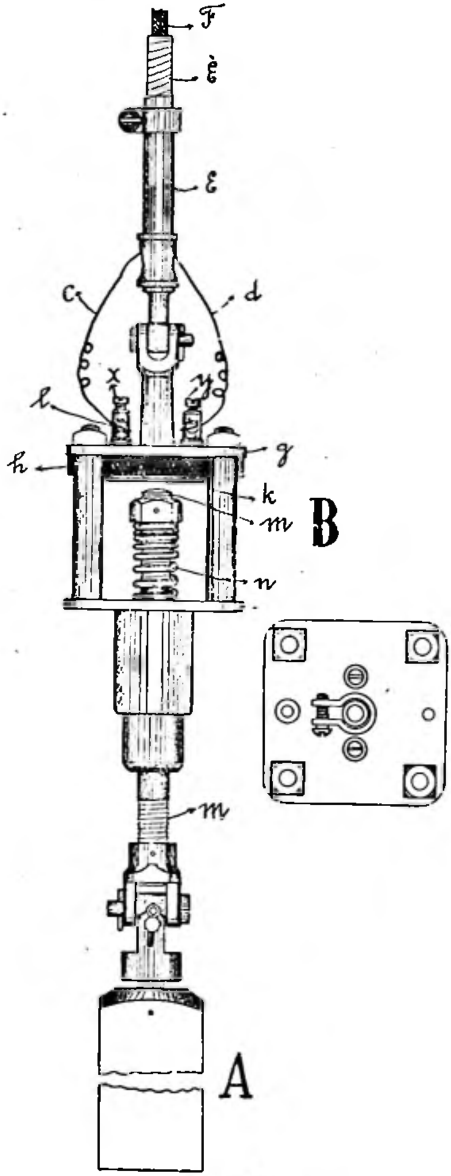


Fig. 53.

electrische schelinrichting q. Zoodra dus het peillood den bodem raakt, gaat in de boot de electrische schel over.

De peillijn loopt door een ijzeren buis, die in den bodem der boot is aangebracht. Het aflezen van de gepeilde diepte en van den afstand uit den wal

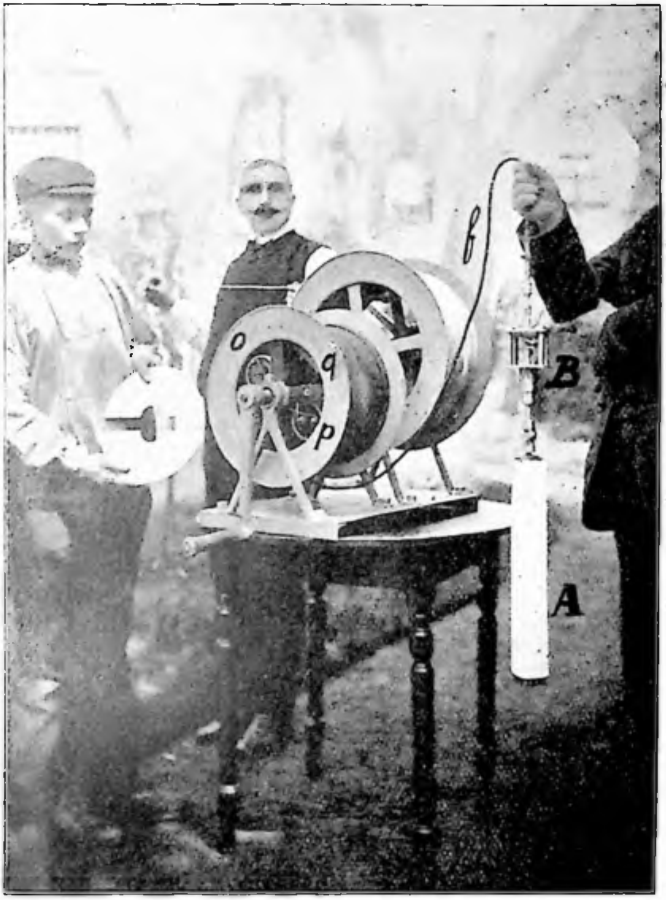


Fig. 54.

wordt verder zeer vereenvoudigd, door de diepte- en de afstandslijn over de meetwielen s en t (fig. 55) te laten loopen. De beweging wordt op eenvoudige wijze overgebracht op de wijzers x en w, welke zich langs borden bewegen, die van een randverdeeling zijn voorzien. Op die randverdeeling worden

de diepten in dM. en de afstanden in M. aangegeven en kunnen deze afmetingen dus zeer gemakkelijk worden afgelezen.

Om te voorkomen, dat het peillood over den zeebodem blijft slepen, is de kruk met palrad y aangebracht: na de aflezing van de gepeilde diepte wordt deze kruk even gedraaid en het lood komt vrij van den zeebodem, waardoor ook de schelinrichting buiten werking wordt gesteld.

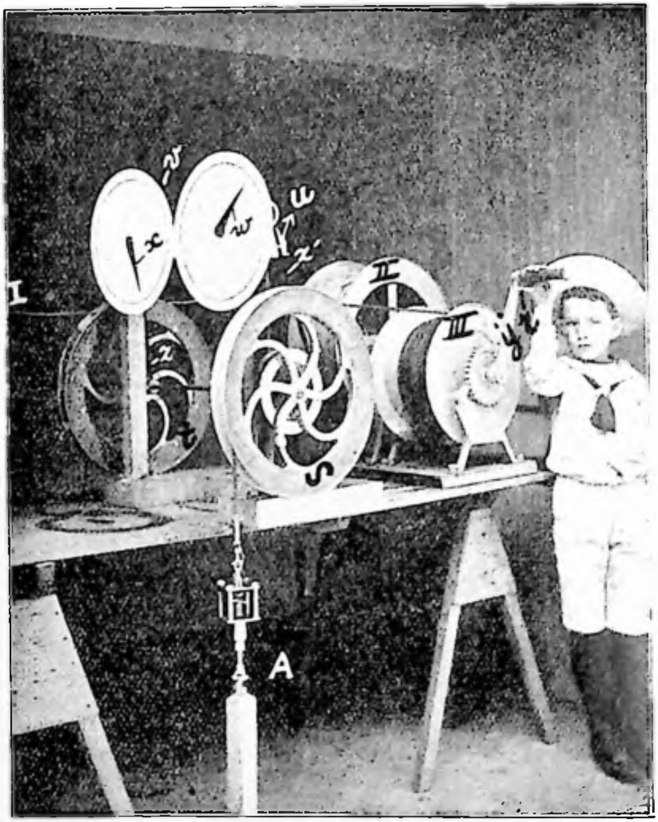


Fig. 55.

Om nu het toestel zelfregistreerend te maken, is aan de wijzerplaat voor de afstanden een geleider a (fig. 56) bevestigd, waarlangs zich een blokje x kan bewegen, dat een potlood houdt vastgeklemd. Dit potlood wordt door een gewichtje op den wand van trommel b gedrukt en om dien trommelwand is een speciaal voor dit doel vervaardigd blad profielpapier gespannen.

De trommel is verbonden aan de wijzeras voor de afstanden, zoodat het potlood, bij ronddraaien van den wijzer, de afstanden zal noteeren.

Maar aan de wijzeras voor de diepten is de staaf *k* verbonden, waaromheen de schijven *g* en *m* zijn vastgelegd.

Om die schijven zijn snaren *d* gespannen, zóódanig, dat bij draaiing van as *k* de eene schijf óp- en de andere afwindt, waardoor een heen en weer gaande beweging van 't blokje *x* en dus ook van het daárin vastgeklemde

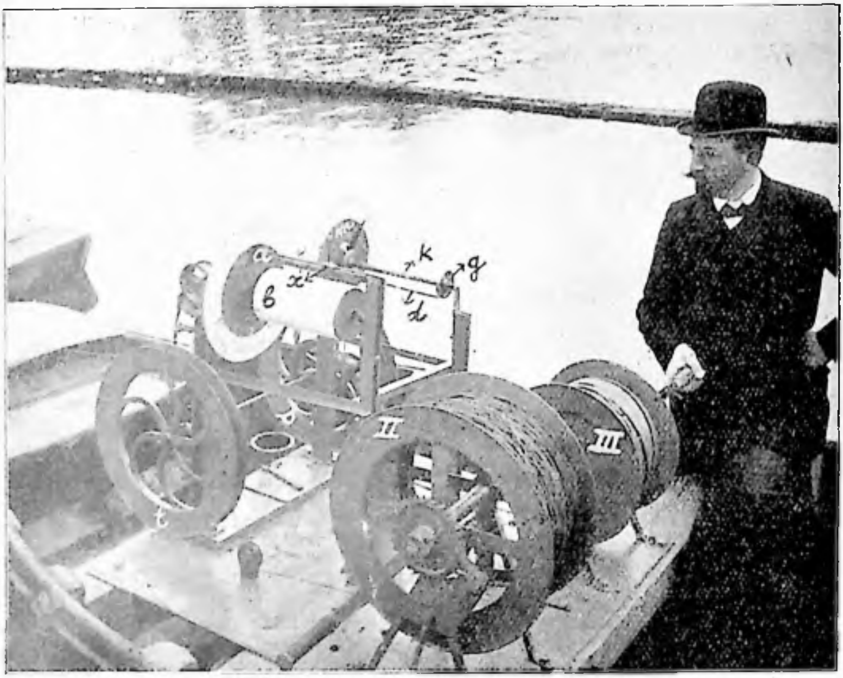


Fig. 56.

potlood ontstaat. De verschillende middellijnen der trommels en schijven zijn zóódanig berekend, dat de diepten op schaal 1 : 200 en de afstanden op schaal 1 : 1000 worden aangegeven.

De werkzaamheden in de peilboot zijn door het gebruik van dit toestel dus zeer vereenvoudigd: de waarnemer heeft niets anders te doen dan, wanneer gepeild moet worden, staafje *r* (fig. 55) uit te trekken, waardoor de peilrol III los van haar as komt; zoodra de schel overgaat, wordt het staafje weer losgelaten en daardoor het verder afloopen van de dieptelijn voor-

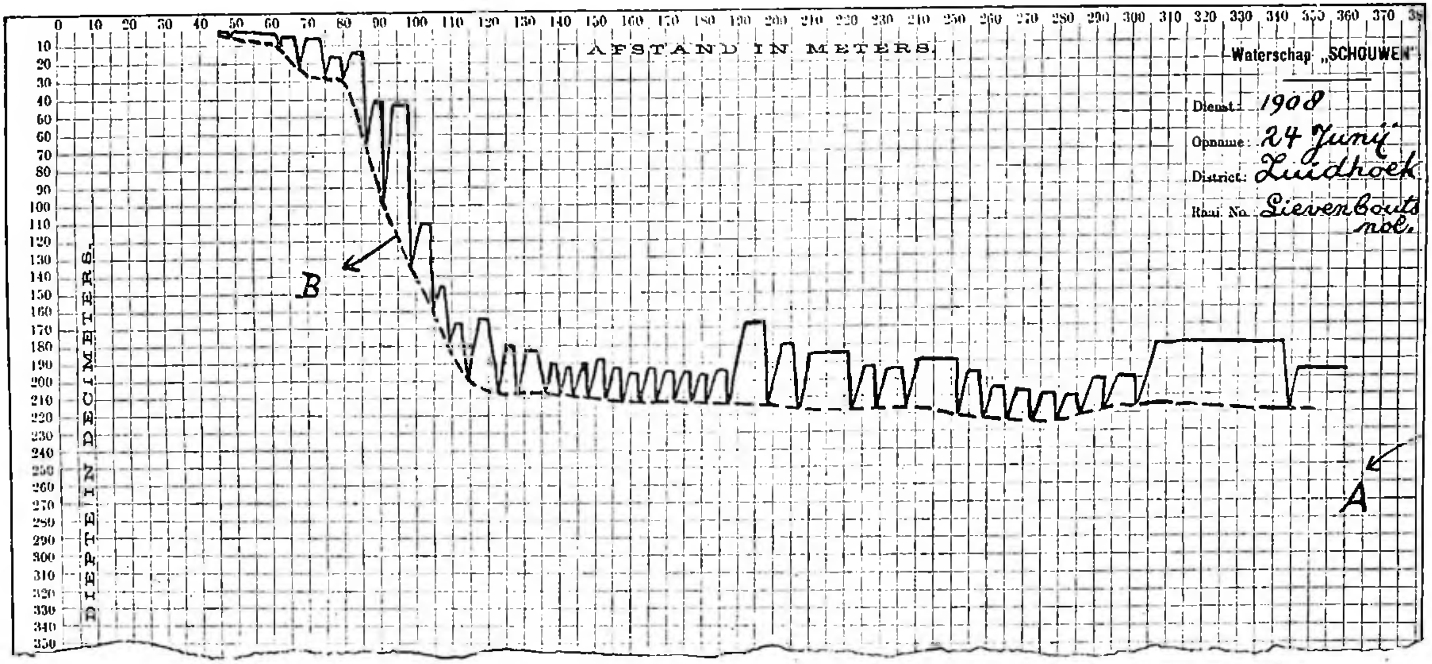
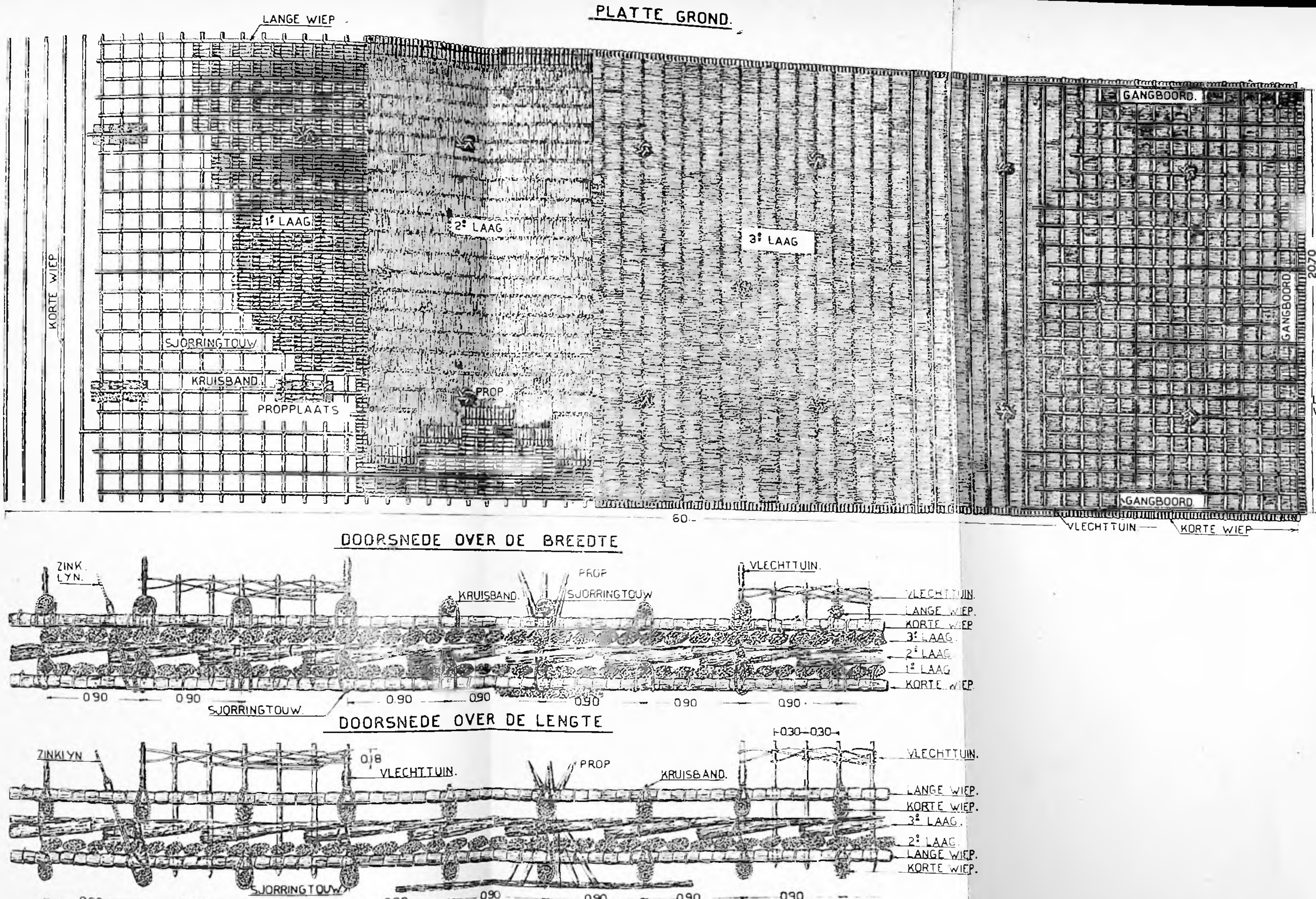

AFSTAND IN METERS.
DIEPTE IN DECIMETERS.
Waterschap „SCHOUWEN"
Dienst: 1908
Opname: 24 Junij
District: Zuidhoek
Raai No. Lievenbouts nol.
B
A

Fig. 57.



PLATTE GROND.
LANGE WIEP
KORTE WIEP
1e LAAG
2e LAAG
3e LAAG
SJORRINGTOUW
KRUISBAND.
PROP
PROPPLAATS
GANGBOORD.
GANGBOORD
2070
LANGE WIEP
60.-
VLECHTTUIN
KORTE WIEP
DOORSNEDE OVER DE BREEDTE
ZINK. LYN.
KRUISBAND.
PROP
SJORRINGTOUW
VLECHTTUIN.
LANGE WIEP.
KORTE WIEP
3e LAAG.
2e LAAG.
1e LAAG
KORTE WIEP.
0.90
SJORRINGTOUW.
DOORSNEDE OVER DE LENGTE
ZINKLYN
0.18
VLECHTTUIN.
PROP
KRUISBAND.
0.30 0.30
VLECHTTUIN.
LANGE WIEP.
KORTE WIEP.
3e LAAG.
2e LAAG.
LANGE WIEP.
KORTE WIEP.
SJORRINGTOUW
0.90

Fig. 58.

komen. Dadelijk wordt nu kruk *y* een weinig gedraaid en dus het peillood zóóver opgelicht, dat het vrij hangt van den bodem.

Op het profielpapier wordt iedere diepte van het lood opgeteekend, dus ook wanneer het lood vrij hangt, waaruit moet volgen, dat de laagste punten tot een lijn vereenigd, het juiste bodemprofiel zullen aangeven (fig. 57).

Hoe verder men zich van den oever verwijdert, hoe meer de afstandslijn zal dóórhangen en hoe onzuiverder dus de gemeten afstand wordt. Aan dit bezwaar is te gemoet gekomen door den straal van de trommel *b* iets kleiner te nemen dan de berekende straal. Beter nog is het, om de fout te corrigeeren door den afstand der verdeellijnen op het profielpapier te verkleinen, naarmate men verder van het beginpunt verwijderd raakt. Zoo zal dus de afstand 370—380 M. op 't papier kleiner zijn dan die van 0—10, terwijl in beide gevallen toch 10 M. verschil wordt aangewezen.

HOOFDSTUK V.

ONDERZEESCHE OEVERVERDEDIGING.

§ 28. **Algemeen overzicht.** Op bladz. 9 werd reeds gesproken over het bestaan van zandbanken, voornamelijk in de zeegaten. Ook werd daar in 't kort meegedeeld, dat deze zandbanken, mede als gevolg harer samenstelling uit beweeglijk zand, zich meermalen verplaatsen[1]). Niet zelden komt het voor, dat deze verplaatsing landwaarts is gericht; het gevolg hiervan moet natuurlijk zijn, dat de stroomgeul tusschen zandbank en oever nauwer wordt; tòch moet dezelfde hoeveelheid vloed- en ebwater zich in denzelfden tijd door die stroomgeul bewegen, hetgeen niet anders ten gevolge hebben kan, dan dat de waterbeweging sneller en dus de stroomschuring krachtiger wordt. De zandbank zelf, die met zeer flauwe glooiingen oploopt, ondervindt van deze sterker wordende stroomschuring weinig of geen nadeel, zoodat de onderzeesche oever, die in den regel een veel steiler talud heeft dan de zandbank, wordt aangetast.

Deze aantasting veroorzaakt een steeds steiler wordend talud, de oever wordt ten slotte ondermijnd en een *afschuiving* — herstelling van het natuurlijk talud — kan niet uitblijven.

Meermalen is dan ook getracht, dit verplaatsen van zandbanken in de richting van den oever tegen te gaan, maar altijd zijn de daarmede gepaard gaande zware financieele offers tevergeefs gebracht, zoodat er niets anders overblijft, dan het verdedigen van den aangevallen oever zelf.

Men doet dit, door den onderzeeschen oever te bedekken met een steenbekleeding, waarbij men te zorgen heeft, dat de daarvoor te gebruiken steenstukken zóó zwaar zijn, dat zij niet door de werking van den stroom kunnen worden verplaatst.

De verdediging van den onderzeeschen oever strekt zich in normale gevallen uit vanaf de laagwaterlijn tot 10 à 20 M. voorbij den teen van het onderzeesch talud.

Gewoonlijk wordt de steenbedekking niet onmiddellijk op den bodem

---

[1]) Eén der vele zandbanken in de Zeeuwsche wateren heet zelfs „de Wandelaar".

gestort, maar belegt men dezen eerst met uit rijshout vervaardigde en dus groote buigzaamheid bezittende matten, *zinkstukken* genaamd.

Deze zinkstukken, die zich geheel naar de oneffenheden van den bodem voegen, hebben het voordeel, een afdoende bodemafsluiting te vormen, waardoor onderloopschheid van de bodembekleeding wordt voorkomen; tevens beletten zij, dat de steenen door den stroom in den bodem worden gewoeld.

Het is echter niet altijd mogelijk, de steenbestorting door een bezinking te doen voorafgaan. Bij zeer nauwe stroomgeulen, waar een zeer sterke stroom gaat, is het niet doenlijk, een zinkstuk zonder groot gevaar voor kantelen en afscheuren te doen zinken; soms ook is — vooral wanneer de oever uit harde grondsoorten bestaat — het onderzeesche talud trapsgewijze uitgeschuurd, zoodat voorafgaande bezinking niet aan het doel zou beantwoorden.

In deze gevallen laat men de zinkstukken weg en brengt men de steenbestorting onmiddellijk op den bodem aan.

Het spreekt vanzelf, dat een onderzeesche oeververdediging zeer kostbaar is, waardoor de uitvoering — óók om financieele redenen — gewoonlijk over eenige jaren moet worden verdeeld. Uit den aard der zaak wordt dan begonnen met het voorzien der meest bedreigde gedeelten, daarna worden de tusschengelegen vakken behandeld.

§ 29. **Zinkstukken.** Een zinkstuk wordt gevormd door twee of drie rijslagen kruiselings over elkaar te leggen, waarna de drie-dikke rijslaag tusschen twee z.g. *roosterwerken*, bestaande uit kruiselings over elkaar gelegde wiepen, wordt samengekneld.

Het voltooide zinkstuk moet op dezelfde wijze als een vlot of vaartuig worden behandeld: het moet worden gesleept, verhaald en verankerd, waarom het van *proppen* wordt voorzien, die dezelfde functie vervullen als de bolders bij een schip.

Om het stuk behoorlijk te kunnen belasten, moet het, op de plaats van zinking aangekomen, tusschen vaartuigen worden opgehangen aan z.g. „*zinklijnen*", die op een afgesproken sein alle tegelijk worden losgelaten, waarna het stuk zinkt.

De zinkstukken komen gewoonlijk met de lengte-as loodrecht op de laagwaterlijn, zoodat, daar de stukken rechthoekig van vorm zijn, de bezinking uit lange, smalle banen bestaat, die nagenoeg tegen elkaar aansluiten.

Een algemeene maat voor de lengte van zinkstukken is ongeveer 100 M.; men maakt ze liever niet langer, omdat ze dan onhandig worden bij het vervoer en vooral bij sterken stroom uit elkaar zouden kunnen scheuren. Bij deze lengte maakt men ze ook liefst niet breeder dan 20 à 25 M.

In de meeste gevallen zal een lengte van 100 M. voor een zinkstuk voldoende zijn; is het echter noodig, de verdediging verder zeewaarts uit te strekken, b.v. 150 of 200 M., dan neemt men de stukken in twee lengten en laat dus de korte zijden aansluiten.

In verband met de dikten der rijslagen en den onderlingen afstand der wiepen, is het gewenscht, Hollandsch rijshout te gebruiken; wel is het gebruik van andere rijssoorten niet verboden, maar dan dient het toch ongeveer de afmetingen van de genoemde soort te hebben.

Men heeft indertijd wel proeven genomen met riet voor het maken van zinkstukken. In plaats van de bovenste rijslaag werd dan een laag bladriet aangebracht. Hoewel uit een constructief oogpunt hier geen bezwaren tegen in te brengen zijn en riet zich onder water uitstekend houdt en bovendien niet door den paalworm wordt aangetast zooals rijshout, is men toch van deze werkwijze teruggekomen, omdat het stuk te dicht werd en door de veel lucht bevattende rietstengels te groot drijfvermogen had, waardoor het zinken niet snel genoeg ging en het stuk, in plaats van loodrecht te zinken, een zigzaglijn beschrijvend den bodem bereikte, waardoor groot gevaar ontstond voor kantelen en afscheuren.

Als plaats voor het maken van een zinkstuk wordt een vlakke, zanderige oever uitgekozen, zoo dicht mogelijk nabij de plaats van zinking, voldoende beschut tegen wind en golfslag en waar ook tijdens doode tijen, bij vloed water genoeg komt, om het stuk te kunnen afdrijven en vervoeren.

Alvorens met het maken van een zinkstuk begonnen wordt, worden de hoekpunten daarvan op de uitgekozen bouwplaats door stevige piketten aangegeven, en de benoodigde materialen aangevoerd. Vervolgens worden de voor het stuk noodige wiepen gesponnen. (Zie § 7.)

Na afloop dezer voorbereidende werkzaamheden wordt begonnen met het maken van het onderroosterwerk, waartoe eerst de korte wiepen, die evenwijdig met den oever komen, op afstanden van ± 0.90 M. worden uitgelegd (fig. 58).

Over deze legt men loodrecht daarop, dus in de lengterichting van het zinkstuk, de lange wiepen, die op de kruispunten verbonden worden met de onderliggende korte wiepen. De afstand der lange wiepen bedraagt, wanneer de te bezinken oever flauwe hellingen heeft, gewoonlijk ook 0.90 M.; is echter die oever steil, dan wordt de afstand tot 0.70 à 0.80 M. teruggebracht, in verband met het gevaar voor afscheuren van het stuk. Om dit gevaar te verminderen, gebruikt men wel wiepen, die in plaats van met knijp- en wiepband gebonden, met ijzerdraad omwikkeld zijn (§ 7); men neemt dan evenveel omwikkelde als gewone wiepen.

De buitenste twee rijen kruispunten worden alle, en de daarbinnen gelegene

worden om den andere, in het verband verspringend verbonden met *sjorring touwen* (fig. 61), lang ± 2.50 M. en met een omtrek van 3.5 cM. Om het kruispunt wordt een lus geslagen, die stevig wordt aangehaald en opgebonden aan een tijdelijken staak, om het touw ná het aanbrengen der rijsvulling om een overeenkomstig kruispunt van het bovenroosterwerk te kunnen slaan. Zie ook fig. 65.

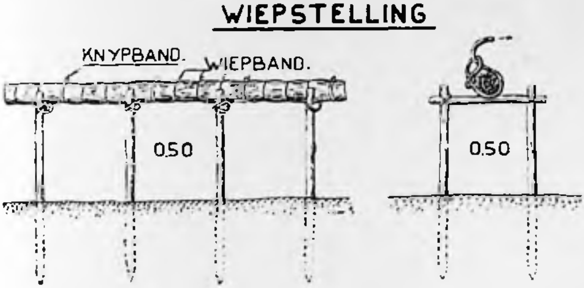


Fig. 59.

De overige kruispunten worden verbonden door *kruisbanden;* dit zijn zware, taaie teenen, die kruiselings om boven- en onderwiep worden geslagen en sterk worden aangedraaid.

Het onderroosterwerk is nu gereed, nadat op de plaatsen, waar de proppen komen, eenige flinke bossen haringband onder de korte wiepen zijn aangebracht en daaraan met touwen vastgesjord.



Fig. 60.

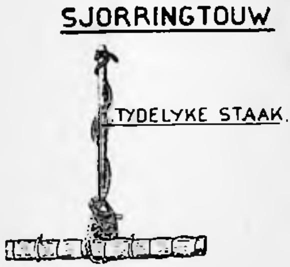


Fig. 61.

Verder worden nog om de kruispunten der tweede wiep van buiten af, op de hoeken en verder om de 8 à 10 M., zware stroppen (fig. 62) geslagen van sterk touwwerk met een omtrek van 7 cM. Zooals de figuren doen zien, zijn deze stroppen dubbel genomen en in de daardoor ontstane lus is aan het boveneinde een ijzeren kous gesplitst; door deze kous wordt later de *zinklijn* gebracht. Om het wegzakken van den strop in de rijsvulling te

voorkomen, wordt door de kous een tijdelijke dwarsstaak gestoken, die op de rijsvulling rust.

Na het leggen van het onderroosterwerk wordt met de rijsvulling begonnen. Deze bestaat gewoonlijk uit drie lagen. Vroeger maakte men de stukken dikker dan tegenwoordig en bracht men soms wel vier of vijf rijslagen aan; dit gaf echter dikwijls aanleiding tot moeilijkheden, omdat deze stukken niet lenig en buigzaam genoeg waren en zich niet voldoende naar de bodemoneffenheden konden voegen; bovendien zonken deze stukken zeer traag door de groote hoeveelheden hout, die er aan verwerkt werden.

Behalve voor minder belangrijke werken neemt men ook liever geen mindere rijsvulling dan drie lagen, omdat de stukken dan te ijl worden en licht uit elkaar scheuren. Voor een rijsvulling van drie lagen rekent men op een dikte van 0.43 M.

De onderste rijslaag wordt gelegd in de lengterichting van het stuk, de bossen rusten op de dwarswiepen en liggen tusschen de lange wiepen. De laag wordt als uitschotlaag bewerkt, waardoor een glad en effen ondervlak



Fig. 62.

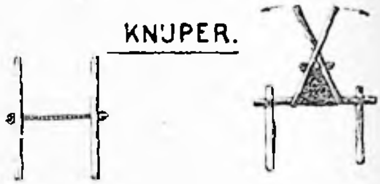


Fig. 63.

op den bodem komt te rusten, want de korte wiepen dringen door het gewicht van het stuk met bestorting bij zandige oevers geheel in den bodem. In iedere laag worden de rijsbossen, die niet worden losgesneden, van wiep tot wiep afgetrokken; zoodoende komen de onderbanden van iedere rij bossen achter een wiep [1]).

De tweede rijslaag, die kruiselings over de eerste komt en waarvan dus de bossen evenwijdig met de korte wiepen worden gelegd, wordt als optreklaag bewerkt, zoodat hier dus een effen bovenvlak ontstaat. Men legt de bossen zóódanig, dat aan de buitenranden van het stuk de bouteinden van het rijshout in 't gezicht komen, hetgeen het gebruik van een dubbele rij bossen langs één der zijden noodig maakt.

De derde rijslaag, eveneens als optreklaag bewerkt, wordt evenwijdig met de eerste laag gelegd. Bij het aanbrengen der rijsvulling is het noodig,

---

[1]) In fig. 58 zijn de doorsneden over het stuk, duidelijkheidshalve geteekend, alsof alle rijshout los op elkaar was gelegd. In werkelijkheid is echter de geheele rijsvulling sterk samengeknepen.

er goed op te letten, dat de lagen zoo gelijkmatig mogelijk worden aangebracht en er geen ijle of dunne plaatsen ontstaan.

Over de laatste rijslaag wordt het bovenroosterwerk aangebracht, dat geheel op dezelfde wijze als het onderroosterwerk is samengesteld en waarbij men dus ook begint met het leggen der korte wiepen. Ook de bevestiging der kruispunten heeft op dezelfde wijze plaats, behalve dan, dat de sjorringtouwen van het onderroosterwerk stevig worden aangetrokken, — waarbij de tijdelijke staak verwijderd wordt — en om de overeenkomstige kruispunten van het bovenroosterwerk worden geslagen.

Zijn er voor het onderroosterwerk omwikkelde wiepen gebruikt, dan worden deze eveneens in het bovenroosterwerk aangebracht en worden de overeenkomstige kruispunten dezer wiepen in onder- en bovenroosterwerk door ijzerdraden in plaats van door sjorringtouwen verbonden.

Na het leggen van het bovenroosterwerk worden de *proppen* ingeslagen, die straks het manoeuvreeren met het stuk mogelijk moeten maken.

Een prop bestaat uit één flinken, zwaren staak (koning), loodrecht ingeslagen, waaromheen zes andere, kloeke staken, elkaar in schuine richting kruisend, worden geplaatst. De punten der staken vinden steun in de reeds vermelde bossen haringband onder het onderroosterwerk (fig. 58 en 64).

De proppen worden geplaatst op de 5e à 7e wiep uit de kanten van het stuk en verder op afstanden van 10 à 15 M., verband houdende met den meerderen of minderen afstand tot de plaats van zinking, van den meer of minder sterken stroom op die plaats, enz.

Het zinkstuk op zichzelf is nu gereed, doch het zal duidelijk zijn, dat de opgebrachte ballaststeen na de zinking langs het vrij effen oppervlak zou afschuiven en afrollen, hetgeen een opdrijven van het stuk zou veroorzaken.

Daarom worden er op het bovenvlak door middel van vlechttuinen vakken of hokken gevormd, die het afrollen van den ballast beletten.

Men begint daartoe, met op de buitenste twee wiepen, langs het geheele stuk omloopend, twee stevige vlecht-



Fig. 64.

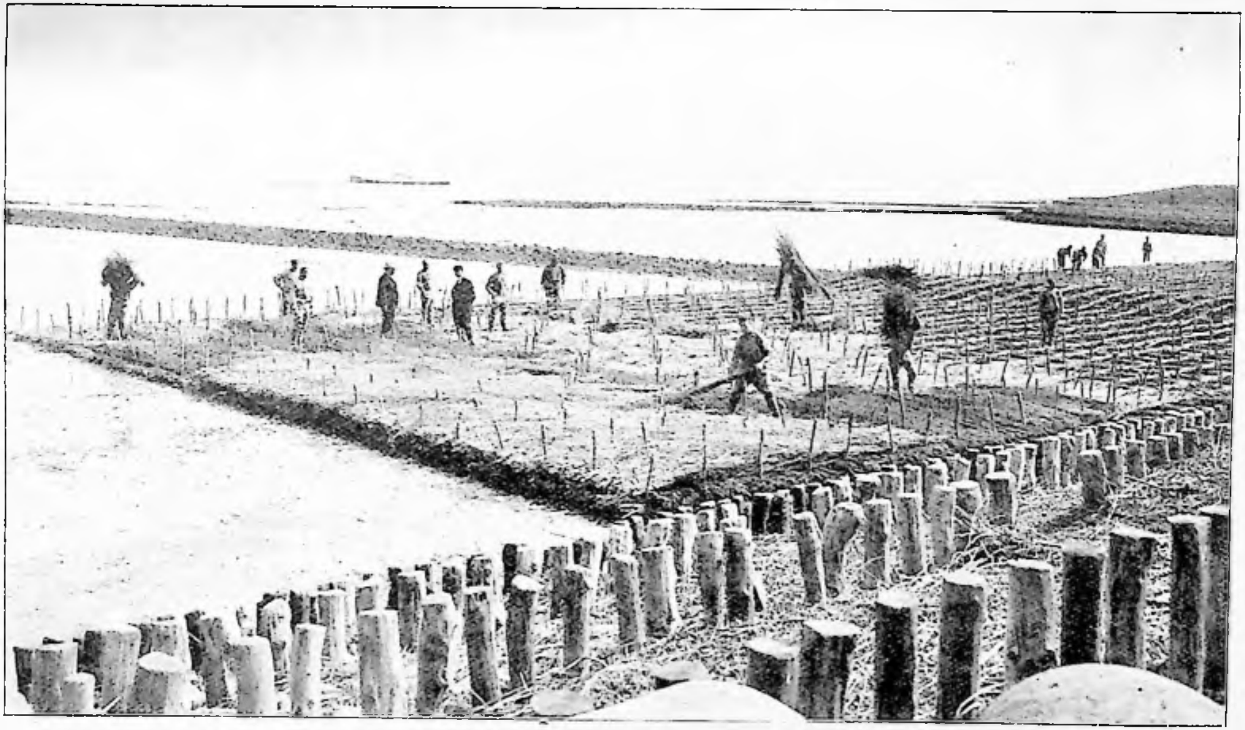


Fig. 65.



Fig. 66.

tuinen te plaatsen; hierdoor wordt een omloopend looppad gevormd, dat met den scheepsterm *„gangboord"* wordt aangeduid. Verder worden boven de korte wiepen van het bovenroosterwerk dwarstuinen aangebracht, waarbij telkens één wiep wordt overgeslagen, zoodat de afstand der tuinen het dubbele van den wiepafstand bedraagt.

Over de dwarstuinen worden de langstuinen gebreid; ook van deze tuinen worden de staken door de onderliggende langswiepen geslagen, terwijl de afstand der tuinen ook het dubbele van die der langswiepen bedraagt. Dikwijls verbindt men de langstuinen bij iederen vierden staak (ankerstaak) door een taaien kruisband met de onderliggende langswiep.

Om het manoeuvreeren met de ankertrossen niet te bemoeilijken, worden om iedere prop 3 à 5 wiepen in de lengte en evenzooveel in de breedte onbetuind gelaten. Het gedeelte van het stuk dat boven L. W. komt, wordt op de gewone wijze met vlechttuinen bezet.

Ná de zinking van het stuk moet de juiste ligging en diepte worden nagegaan; daarom bevestigt men op de hoeken en verder op afstanden van ongeveer 30 M., *boeireepen* aan het bovenroosterwerk. Dit zijn stevige touwen, waaraan op afstanden van 0.5 M. of korter genummerde leertjes zijn aangebracht, zoodat de diepte dadelijk kan worden afgelezen.

De boeireepen zijn verbonden aan *boeien* van hout of ijzer; de eerste bestaan uit een blok hout, ongeveer 1 M. lang, en zwaar b.v. 20 × 20 cM., de laatste uit plaatijzeren cylinders of kegelvormige lichamen. Om het terugvinden te vergemakkelijken, verft men de boeien helder rood of wit. Men neme de boeireepen vooral niet te kort, daar ze dan onder water worden getrokken en onzichtbaar blijven. Fig. 65 geeft het maken van het onderroosterwerk en het aanbrengen der rijsvulling weer, terwijl in fig. 66 is voorgesteld het leggen van het bovenroosterwerk en het breien der vlechttuinen.

Wanneer nu het stuk gereed is, kunnen de voorbereidende maatregelen voor het zinken worden genomen. Allereerst worden daartoe op den oever de lengte-as en de buitenkanten van het stuk door flinke, lange sparren uitgezet en wordt in de as van het stuk benevens langs de kanten een nauwkeurige peiling verricht. Komt het landeinde van het stuk ongeveer overeen met de laagwaterlijn, dan wordt er op deze lijn een sponde of banket gegraven, zoodat het stuk ná de zinking met den bovenkant van den oever op dezelfde hoogte komt te liggen.

Op het stuk worden in de lengte-as ook sparren geplaatst, gewoonlijk van een vlag voorzien; liggen nu de sparren op het stuk en die op den oever in één lijn, dan zal dus het stuk *„in de raai"* liggen.

Het zinken geschiedt bij doodtij (blz. 3); de stroom is dan het minst sterk. Tijdens den vloed wordt het stuk door een sleepboot naar de plaats van zinking gesleept, waar de steenschepen reeds zijn aangekomen. Het stuk

wordt dadelijk in de raai gebracht en aan het zee-einde met zware ankers vastgelegd; zoo noodig geschiedt dit ook aan het landeinde. De steenschepen, waarbij zich ook eenige kleinere vletschuiten bevinden, worden langs het stuk gelegd en zwaar verankerd (fig. 67). Door z.g. *scheerlijnen*, dwars over het stuk, worden de schepen verbonden. De zinklijnen worden nu door de kousen der stroppen gebracht en aan de bolders der schepen bevestigd. Tijdens al deze werkzaamheden is het water dalende en moeten dus de ankertrossen van het stuk, zoowel als die van de steenschepen, voortdurend

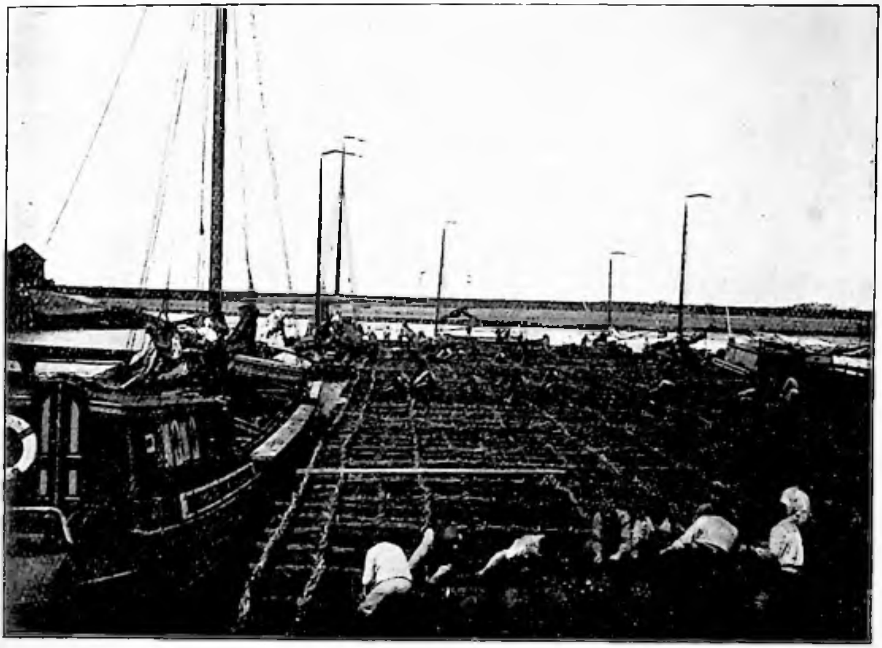


Fig. 67.

worden aangehaald, waarbij men er op heeft te letten, dat het stuk in de raai blijft.

Reeds vóór het vervoer van het stuk wordt er gewoonlijk eenige ballast gelijkmatig over verdeeld; zoodra echter het stuk in de raai ligt, wordt dit werk krachtig voortgezet, om op het oogenblik van zinken gereed te zijn. Vanaf de schepen op het stuk, en zoo doelmatig mogelijk daarover verdeeld, legt men loopplanken, waarop de werklieden plaats nemen en de steenen aan elkaar overgeven, die gelijkmatig over het stuk worden geworpen. Zie ook fig. 70.



Fig. 68.

Op deze wijze wordt voortgegaan, totdat het stuk geheel in de zinklijnen hangt en nog slechts even met laarzen begaanbaar is. De ankertrossen worden nu „gesprenkeld", d. w. z. de lus, die om de prop zit, wordt op ± 2 M. van de prop opengespalkt door een stevigen staak (fig. 64); zoodoende kan de lus later gemakkelijk worden afgelicht. Zoo goed en zoo kwaad als het gaat, worden nu de onbetuind gelaten vakken om de proppen ook nog met tuinen bezet, waarna de werklieden het stuk verlaten en nu vanaf de schepen nog voortgaan met het werpen van zinksteenen (fig. 68).

Het beste oogenblik om te zinken is even vóór het kenteren van het getij, dus even vóór het water begint te rijzen.

Wacht men tot de kentering zelf, dan gaat er soms over den bodem reeds een vrij sterke vloedstroom, die het stuk uit de richting zou kunnen drijven, vóór het op den bodem was aangekomen.

Als de leider van het werk het juiste oogenblik gekomen acht, geeft hij een afgesproken sein (stoot op trompet, revolverschot); op dit sein laat men overal tegelijk de zinklijnen schieten en het stuk verdwijnt in de diepte. Het is natuurlijk noodig, dat alle zinklijnen tegelijk worden losgelaten; gebeurt dit niet, dan ontstaat er gevaar voor scheuren of kantelen van het stuk; daarom is iedere bij de zinklijnen geplaatste werkman voorzien van een bijl of mes, om zoo noodig de lijn door te hakken of te snijden.

Onmiddellijk na de zinking worden de steenschepen boven het stuk gedreven en wordt hun overige lading gelost. Bij het zinken van een stuk bedraagt de hoeveelheid ballast 200 à 250 K.G. per M^2.

Deze hoeveelheid is echter niet voldoende als oeverbekleeding; daarom vindt er, òf dadelijk, òf na korten tijd, nog een z.g. „*nabestorting*" plaats. Deze heeft in den regel een gewicht van ± 800 K.G. per M^2., zoodat de totale steenbedekking op 800 K.G. + 200 K.G., dus ongeveer 1000 K.G. (1 scheepston) is te stellen, hetgeen overeenkomt met een dikte van ongeveer 0.60 à 0.70 M.

Niet altijd bestaat de ballast geheel uit steen; vooral op kustvakken, waar de paalworm voorkomt, beschermt men het rijshout eerst door een laag schorkloeten, waarover de steenbestorting komt. Allerlei zeegewassen en de op de steenen zich vastzettende schelpdieren overdekken na korten tijd de stortsteenen met een taaie laag, die de openingen tusschen de steenen geheel afsluit.

Nadat het stuk aan den grond is gebracht, worden de boeireepen opgehaald en uit de ligging van de boeien door vergelijking met de op den oever uitgebakende zijkanten van het stuk, nagegaan of dit nog in de raai ligt. Ook onderzoekt men de dikte van de steenbestorting door het verrichten van nauwkeurige peilingen, die vergeleken worden met die, welke onmiddellijk vóór de zinking zijn uitgevoerd.

Eén of twee dagen na de zinking worden de ankers van het stuk gelicht en de gesprenkelde ankertrossen opgehaald. Gewoonlijk gelukt dit goed; mocht het echter door omstandigheden niet mogelijk zijn, den tros om de prop weg te nemen, dan wordt hij beneden laagwater afgesneden.

Moeten meerdere stukken naast elkaar worden gezonken, dan laat men tusschen de stukken een strook van ongeveer 10 M. breedte open, om te voorkomen, dat bij geringe afwijking tijdens het zinken, de stukken gedeeltelijk op elkaar zouden komen, waardoor schadelijke ruggen in de bodembekleeding zouden ontstaan. De strook tusschen de zinkstukken



Fig. 69.

wordt bij de nabestorting met steen gedekt; ook al is deze bedekking niet geheel volledig, dan zal toch de stroom op deze smalle strook geen nadeeligen invloed kunnen uitoefenen.

Langs de flanken en het zee-einde van het zinkstuk of van een met zinkstukken verdedigd oppervlak wordt een strook bestorting aangebracht van minstens 10 M. breed.

Niet altijd worden zinkstukken naast elkaar gelegd, ze kunnen ook bij afdammingen, kribben enz. onder water tot een dam op elkaar worden gestapeld; men heeft er in dat geval voor te zorgen, dat de ballastbokken,

gevormd door de vlechttuinen, ruim gevuld zijn, anders zou een stuk op de staakkoppen van een voorgaand kunnen blijven hangen en zouden zich in den rijzendam holle plaatsen kunnen vormen, die aanleiding geven tot onderloopschheid.

In verband hiermede zal men als ballast zand gebruiken, daar dit ook tusschen de rijsvulling dringt en dus het nazakken of inklinken zal verminderen. Zand als ballast kan echter alleen toegepast worden bij geringe waterbeweging, wanneer er weinig stroom gaat, zoodat men toch dikwijls gedwongen zal zijn, steen als ballast te gebruiken.



Fig. 70.

Verder dient men bij op elkaar te zinken stukken er op te letten, dat de koppen der propstaken niet boven den bovenkant der tuinen uitsteken; daarom laat men bij deze stukken de proppen soms wel weg en slaat de sprenkeltrossen om een strop van zwaar touw, die aan het onderroosterwerk is bevestigd.

Kraagstukken noemt men zinkstukken van lichte constructie, waarvan de rijsvulling slechts uit twee rijslagen bestaat. Zij worden toegepast bij het dichten van dijkdoorbraken, bij het beteugelen van vallen en afschuivingen, bij het bekleeden van taluds onder de waterlijn en dergelijke werken,

waarbij de oever alleen langs de laagwaterlijn moet worden beschermd. Zij vormen dus als het ware een beschermende kraag of band langs de waterlijn. Ook worden wel kraagstukken gebezigd, wanneer, in verband met het bodembeloop, de zinkstukken een lengte zouden moeten hebben van b.v. 120 M., hetgeen om verschillende practische redenen te lang is. Men legt dan eerst een rij kraagstukken ter breedte van 20 M. langs de laagwaterlijn en zinkt dan 25 M. uit die lijn stukken van 95 M. lang. In fig. 69 is een kraagstuk voorgesteld, dat juist is voltooid; fig. 70 vertoont het ballasten van hetzelfde stuk.

§ 30. **Baardwerk bij eb en vloed.** Baardwerk bij eb en vloed, ook wel *laagwaterbezetting* genoemd, wordt gemaakt tot bescherming van den oever op de laagwaterlijn bij oevervallen, afschuivingen en dergelijke, wanneer de tijd ontbreekt om kraag- of zinkstukken te vervaardigen. Ook wordt het aangebracht op plaatsen, waar de oever op de laagwaterlijn is ingeschaard, d. w. z. over korte afstanden sterk binnenwaarts is ingebogen; het dient dan om de oeverlijn egaal recht of gebogen te maken.

Ten slotte wordt het aangewend bij zinkstukken, die niet behoorlijk aan den oever aansluiten of achterloopsch zijn geworden. Zie fig. 52 bij *a* en *b*.

De bedoeling bij het maken van dit baardwerk is dus dezelfde, als bij het gebruik van zinkstukken; de uitvoering is echter verschillend, daar het baardwerk op de plaats zelf wordt vervaardigd en, omdat het in drijvenden toestand wordt gemaakt, niet zoo taai en sterk kan worden als een zinkstuk.

Men begint met het graven van een *banket* op de waterlijn, ter breedte van 0.50 à 0.75 M. en ter diepte van ongeveer 0.25 M. (fig. 71). Tegen den steilen kant van het banket legt men de koppen van 4 rijsbossen *a*, die loodrecht op de oeverlijn komen en met de bleezen zeewaarts liggen. Over deze 4 bossen legt men schuin daarop met de bleezen naar de vloedzijde gericht 2 bossen *b*. Naast de 4 bossen *a* legt men vervolgens 4 bossen *c*, die dus de bleezen der schuin liggende bossen *b* bedekken. Ook op de 4 bossen *c* worden weer twee schuine bossen *b* gelegd. Over de bossen *a*, *c* enz. wordt een zware vlechttuin gebreid, waardoor de eerste uitschotlaag aan het banket wordt vastgespeld. Dit kan ook geschieden door in iederen rijsbos der eerste laag achter den onderband een staak in te slaan.

De tweede laag (uitschot) is geheel gelijk aan de eerste, evenals de volgende, die telkens 0.30 à 0.40 M. verder zeewaarts schieten. De bossen van iedere laag worden alle achter den onderband met een staak aan de onderliggende rijslagen verbonden. Zoo wordt voortgegaan, tot de verlangde breedte is bereikt; hiervoor rekent men den afstand van de kopeinden der eersten laag tot het midden van de laatste uitschotlaag.

Vanaf de zeezijde van het werk beginnend, wordt nu de deklaag aan-

gebracht, die als optreklaag wordt bewerkt. Men legt daartoe de bossen *e* met de bouteinden gelijk met de breedtegrens van het baardwerk, de bleezen binnenwaarts gericht. De bossen liggen loodrecht op de oeverlijn of onder 45°, met de bleezen naar de vloedzijde gericht. De volgende rijen liggen met de bleezen zeewaarts. Bij de deklaag worden geen staken of dwarsbossen gebruikt.

Is de deklaag gereed, dan breit men langs de buitenkanten een vlechttuin,

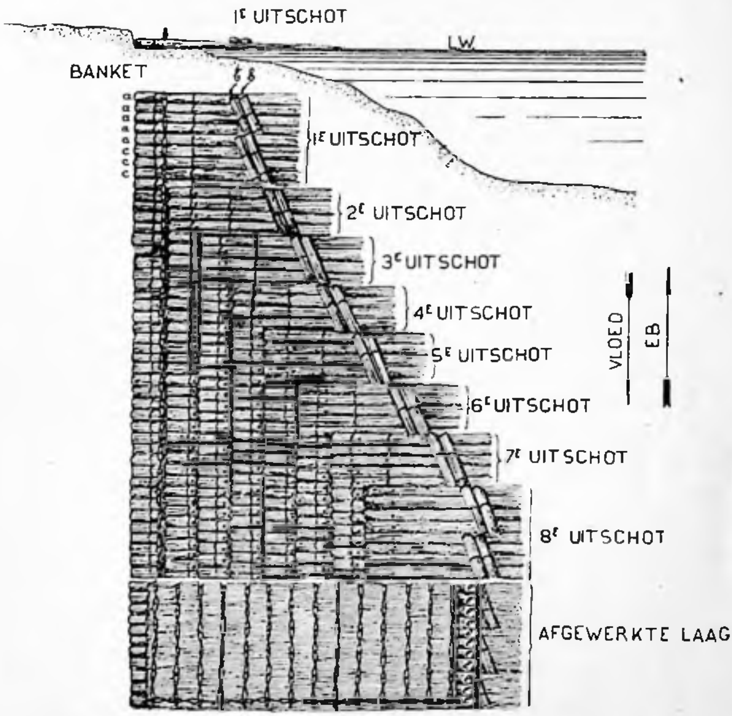


Fig. 71.

waarbij de meest zeewaartsche tuin langs de onderbanden der buitenste rij bossen wordt geplaatst. Evenwijdig met dezen tuin breit men tuinen op den gewonen afstand.

Een enkele maal worden de tuinen vervangen door met staken vastgespelde wiepen.

De beballasting van het baardwerk geschiedt in den regel met schorkloeten, tot ruim de hoogte der tuinen of wiepen, met het gras aan de bovenzijde. Door het wortelweefsel groeien de kloeten spoedig aaneen en vormen dan

een zeer dichte bedekking, die vooral gunstig is met het oog op den paalworm.

Zijn geen schorkloeten voorhanden, dan wordt met puin of zinksteen geballast.

§ 31. **Steenbestortingen.** Reeds is opgemerkt, dat het vooraf bekleeden met zinkstukken van een te verdedigen oever niet altijd mogelijk is, omdat het onderzeesche talud, vooral wanneer het uit harde grondsoorten bestaat, soms trapsgewijze uitgeschuurd is en een zinkstuk zich naar een dergelijk talud niet voegen kan. Ook kan er langs den te verdedigen oever een zóó sterke stroom gaan, dat het onmogelijk is, met kans op goeden uitslag een stuk te doen zinken.

In dergelijke gevallen wordt een voorafgaande bezinking achterwege gelaten en wordt de steenbedekking direct op den bodem aangebracht.

Bij steile oevers begint men aan de zeezijde met het storten; men voorkomt daardoor het naar de diepte rollen der steenen, die meer naar den oever toe worden gestort; bij vlakke oevers regelt men zich naar stroom en wind.

Het spreekt vanzelf, dat het van groot belang is, dat de steenen zoo gelijkmatig mogelijk den bodem bedekken. Daartoe wordt de onderzeesche oever in langwerpige strooken verdeeld, die loodrecht op de oeverlijn worden genomen. Deze strooken, verband houdende met de lengte van een steenschip, hebben een breedte van 7 à 10 M. en worden op den oever of op het strand door piketten aangegeven. De grootte van de scheepslading wordt door meting bepaald; dit bedrag, gedeeld door het product van de strookbreedte en de hoeveelheid steen, waarmede per M^2. moet worden bestort, wijst uit, hoeveel lengte met die lading steen kan worden bedekt. Neem aan, dat de strook 8 M. breed is, dat er een hoeveelheid steen van 1 scheepston (1000 K.G.) per M^2. moet worden uitgelost, dan is de gevraagde lengte, wanneer de inhoud van het schip 120 ton is, $\frac{120}{1 \times 8} = 15$ M.

Alvorens met de uitvoering der bestorting wordt aangevangen, worden nauwkeurige peilingen verricht; na afloop der bestorting worden deze peilingen in dezelfde raaien herhaald, waardoor het mogelijk wordt, de dikte der steenbedekking vrij nauwkeurig vast te stellen.

Wanneer een lading steen is gearriveerd, wordt het schip aan het zee-einde van een te bestorten strook gebracht. Bij de op den oever uitgezette piketten worden nu flinke sparren geplaatst, zoodat vanaf het schip kan worden vastgesteld, of dit op de juiste plaats ligt. De lengte-as van het schip komt evenwijdig met de oeverlijn; het wordt door zware ankers op de goede plaats gehouden en met den kop op den stroom gelegd. Een met genummerde leertjes verdeelde lijn (*distantielijn*) doet den afstand tot een bekend punt op den oever kennen. Met het bestorten wordt nu aangevangen, waarbij

zorg moet worden gedragen, dat het schip telkens een weinig naar den oever toe verhaald wordt, zóódanig, dat, wanneer het is uitgelost, juist de verlangde strooklengte is bestort. Met dit regelen van den afstand tot den oever is een speciaal daartoe aangewezen persoon (*distantie-baas*) belast. Behalve met wind en stroom heeft hij er rekening mee te houden, dat in het begin vlugger gelost wordt dan op 't laatst; vooreerst zijn de werklieden in 't begin niet vermoeid, en bovendien geeft het lossen der bovenste steenen minder moeite dan tegen 't einde, daar ze dan vanaf den bodem van het schip moeten worden omhooggewerkt. Daarom gaat het verhalen bij 't begin van 't werk met kleinere tusschenpoozen dan later. Meestal wordt het verhalen geregeld naar het lichten van het schip tijdens het lossen; door meting overtuigt men zich nu en dan, dat de bestorte lengte klopt met de uitgeloste hoeveelheid.

Basalt, Doorniksche, Vilvoordsche en Lessinesche steen worden voor steenbestortingen het meest gebruikt; evenwel komen ook andere steensoorten in aanmerking, wanneer zij, wat hardheid en zwaarte betreft, met de genoemde overeenkomen.

De dikte van de steenbekleeding moet gemiddeld op 0.60 à 0.70 M. worden gesteld, wanneer men eenige zekerheid wil hebben, dat de te bestorten oppervlakte behoorlijk worde bedekt. Deze dikte komt overeen met een hoeveelheid steen van ongeveer 1 scheepston per M^2.

Bij voorkeur bestort men met steenstukken van verschillende grootte, de kleinere steenen vullen dan de openingen tusschen de grootere; men zal dus het afval zooveel mogelijk het laatst storten. De verhouding tusschen gewone steen en afval is afhankelijk van de meer of minder sterke stroomschuring op den bodem; gewoonlijk rekent men 50 à 80 % gewone steen en de rest afval.



Fig. 72.

Het lossen der lichte steenen (tot 25 K.G.) geschiedt met de hand, de zwaardere worden met takels overboord gezet.

Bij het lossen uit de hand verdeelen de werklieden zich over de lading en geven de steenen aan elkaar over; de laatste man, in het gangboord geplaatst, werpt den steen eenigszins stroomopwaarts overboord.

Voor het verplaatsen der zware steenen is een steenschip voorzien van 3 of 4 takels, die gelijkelijk over de laadruimte zijn verdeeld. De steenen worden gegrepen met een z.g. *steentang* (fig. 72) en neergelaten op een tijdelijk buiten boord aangebrachte losplank. Op het oogenblik, dat de steen de plank raakt, wordt de staart van de tang door een werkman gegrepen en de tang geopend; de steen kantelt dan van de plank en verdwijnt in de diepte. Voor dezen arbeid wordt veel bedrevenheid vereischt. De steenen,

die wegens hun vorm en afmetingen niet met de tang kunnen worden gegrepen, worden opgehaald door een om den steen geslagen ketting. Op

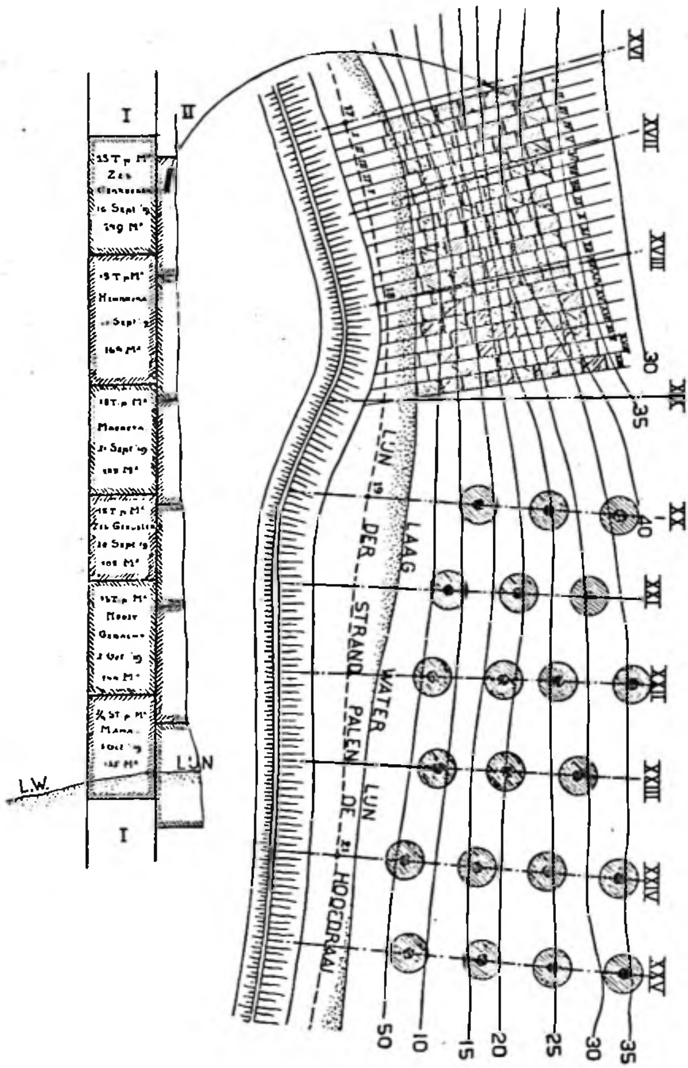


Fig. 73.

deze wijze kan een ploeg van 20 man in ongeveer drie uur een schip van 100 ton inhoud lossen.

Men dient er bij het storten rekening mee te houden, vooral bij steile

taluds, dat de te bestorten strook langer is dan de horizontale projectie, die door de distantielijn wordt afgemeten.

De resultaten eener bestorting worden vastgelegd op een *stortkaart* (fig. 73); dit is een situatie van den onderzeeschen oever, waarop zijn aangegeven de breedten der bestorte strooken, en de lengten der vakken, die door de verschillende steenschepen zijn bestort.

In ieder vak wordt ingeschreven: de datum van bestorting, de oppervlakte van het vak, de naam van het steenschip en de hoeveelheid steen die per M^2. is gestort.

§ **32. Scheepsmeting.** Bij het meten van steenschepen maakt men gebruik van de eigenschap, dat de kracht, die noodig is om een drijvend lichaam dieper in het water te dompelen, gelijk is aan het gewicht van het ten gevolge van die diepere indompeling verplaatste water.

De kracht, die hier het schip dieper doet zinken, is de lading.

De berekening, die moet worden uitgevoerd om het gewicht der lading te kennen, wordt zóódanig ingericht, dat men tot eindresultaat verkrijgt het gewicht der lading, wanneer de „*neerlading*" — dat is het verschil in diepteligging tusschen geladen en ongeladen toestand — 1 M. bedraagt. Men bepaalt dus den last van het schip per Meter neerlading.

De totale neerlading wordt verkregen door aan boord van het schip eenige vaste punten aan te nemen, en den afstand dezer punten tot den waterspiegel op te nemen, eerst in geladen, daarn.. in uitgelosten toestand. Men noemt dit het „*afzien*" van een schip. Bij het afzien neemt men den afstand van onderkant berghout tot den waterspiegel gewoonlijk op zes plaatsen op, n.l. aan den vóór- en achtersteven, bij den vóór-overloop en bij de bakstaag. Behalve bij voor- en achtersteven worden *lastvlot* (geladen toestand) en *leegvlot* (uitgeloste toestand) wel opgemeten ten opzichte van bovenkant scheepswand. Men verkrijgt het zesvoud van de gemiddelde neerlading, wanneer men de neerladingen der verschillende punten bij elkaar optelt.

De neerlading geeft dus aan de dikte van de schijf zeewater, die door de uitgeloste steenlading werd verplaatst. Voor de bepaling der overige afmetingen dezer schijf wordt het schip over de lengte in vakken en over de hoogte der neerlading in meerdere schijven verdeeld, welke laatste gewoonlijk 0.20 M. hoogte hebben; bedraagt de neerlading geen veelvoud van 20, dan wordt de bovenste schijf dikker genomen. Om de breedte van het schip te meten, spant men, nadat men zich overtuigd heeft, dat de pompen, iens en de zeilen en gieken middenscheeps gestreken zijn, van vóór- naar achtersteven een draad over 't midden van het schip. Op daartoe geschikte plaatsen worden nu, rechthoekig op den langen draad, dwarsdraden gespannen of dwarslatten gelegd (zie den plattegrond op den meet-

staat). Deze dwarslijnen neemt men gewoonlijk ter hoogte van de voorbolders, bij den vóór-overloop, bij den kop van de zwaarden, achter het schild en bij de achterbolders. Op deze wijze wordt dus de oppervlakte van het schip in zeven vakken verdeeld.

Ieder vak bestaat uit een aantal op elkaar liggende schijven (in het voorbeeld van fig. 74 zeven), die ieder afzonderlijk worden berekend.

De bovenbedoelde breedtematen van het schip worden gemeten tusschen de denkbeeldige loodlijnen *a—a*, die op de te meten dwarslijn de uiterste breedte van het schip begrenzen. Bij schepen, die van een berghout zijn voorzien, valt de loodlijn dus dáárlangs.

Men laat nu langs het berghout een koord met schietlood neer, op welk koord de schijfverdeeling door knoopen is aangegeven, en meet op de deelpunten den horizontalen afstand van het koord tot den wand van het schip. Deze afstanden noemt men *insnijdingen*. Deze insnijdingen (ordinaten) worden bij ieder deelpunt van het koord aan weerszijden van het schip opgemeten.

Van de onder- en bovenbreedte van iedere schijf neemt men het gemiddelde. Dit wordt verkregen door de som der gemiddelden van de insnijdingen eener schijf, van de op dat punt gevonden totale breedte af te trekken; men krijgt dan de breedte eener schijf.

Door bij een volgende dwarslijn op dezelfde wijze te handelen en van de aldus verkregen twee breedten de gemiddelde te nemen, heeft men de gemiddelde breedte eener schijf vastgesteld, en kan van deze schijf de inhoud worden berekend, daar ook dikte en lengte bekend zijn. Voor iedere schijf moet de oppervlakte afzonderlijk worden berekend, alle oppervlakken worden bij elkaar opgeteld en met de dikte vermenigvuldigd.

De schijven, die in plattegrond den vorm hebben van het vóór- of het achterschip, worden op dezelfde wijze berekend als die der middenvakken. Hier heeft men echter met twee insnijdingen te doen, daar zoowel de koorde als de pijl van het segment — of de assen der ellips — naar beneden toe afnemen.

Door meting wordt bepaald, of het vóór- of achterschip zal worden beschouwd als een halve, schrale halve, of ruime halve ellips of als een segment.

Op den meetstaat zijn de hierop betrekking hebbende formules aangegeven.

Ten slotte moeten nog in rekening worden gebracht de vóór- en achtersteven en het roer. Hoewel ook hierbij (zie den meetstaat) over „insnijdingen" gesproken wordt, is deze benaming hier minder op haar plaats; gemakshalve behoudt men haar echter, met insnijdingen bedoelt men dus de breedteafmetingen.

De berekening geschiedt, evenals bij de schijven, ook hier, door van twee opeenvolgende breedten de gemiddelde te nemen en deze met de dikte

	BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG	
CHIP PS	3,325	1,455	3,8703	3,29	1,355	3,5664	3,24	1,20	3,1104	3,06	1,025	2,5010	2,78	0,975	2,1684	2,595	0,70	1,5432	2,425	0,525	1,0185
EVEN	0,10	0,445	0,0445	0,10	0,545	0,0545	0,10	0,675	0,0675	0,10	0,825	0,0825	0,10	1,00	0,1	0,10	1,15	0,1150	0,10	1,275	0,1275
R	0,08	0,625	0,05	0,08	0,775	0,6220	0,08	0,90	0,0720	0,08	1,05	0,0840	0,08	1,20	0,0960	0,08	1,35	0,1080	0,08	1,525	0,1220
INH.	EERSTE SCHUIF		51,3617	TWEEDE SCHUIF		50,9458	DERDE SCHUIF		50,7848	VIERDE SCHUIF		48,2061	VIJFDE SCHUIF		46,6827	ZESDE SCHUIF		44,6114	ZEVENDE SCHUIF		41,0129

DE GEMIDDELDE VLAKTE INHOUD DER EERSTE SCHUIF BEDRAAGT 51,3617 M³ AL200 MAAR INHOUD 10,2732 M³
" " " " " TWEEDE " " 50,9458 " " " " 10,1892 "
" " " " " DERDE " " 50,7845 " " " " 10,1489 "
" " " " " VIERDE " " 48,2061 " " " " 9,6512 "
" " " " " VIJFDE " " 46,6827 " " " " 9,3365 "
" " " " " ZESDE " " 44,6114 " " " " 8,9223 "
" " " " " ZEVENDE " " 41,0129 " " " " 8,2026 "

DE GEZAMENLIJKE INHOUD DER SCHUIVEN BEDRAAGT 66,7230 M³

EEN M³ ZEEWATER WEEGT 1,03 SCH.TON ZOODAT HET SCHIP 66,7230 x 1,030 = 68,7247 SCH. TON LAADT
VOOR DE GEMETEN 1,40 NEERLADING.

DERHALVE IS DE LAST VAN HET SCHIP PER M. NEERLADING 49,0890 SCH.TON

GEMETEN

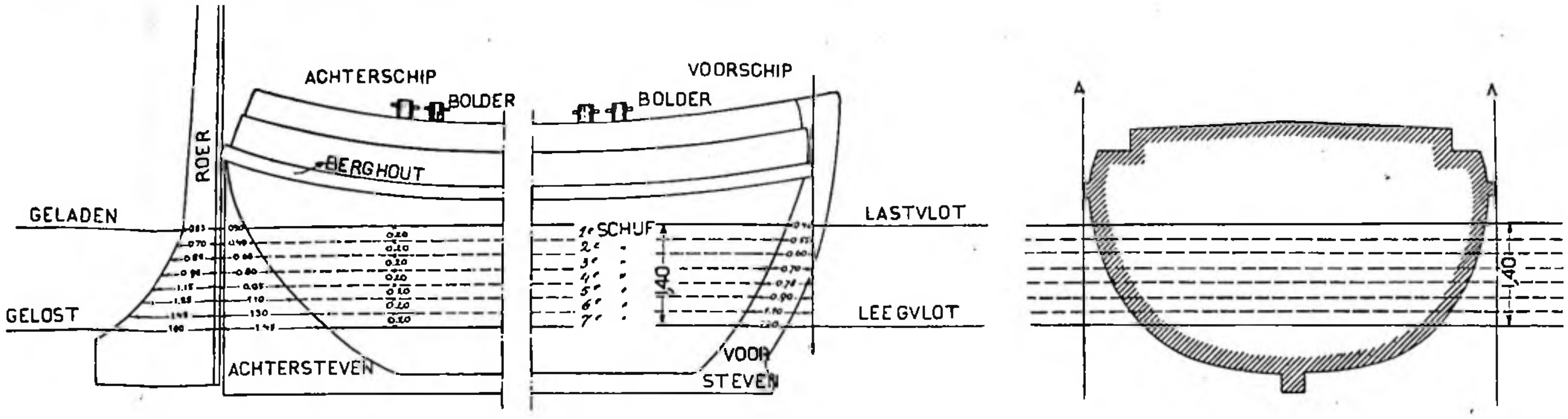


Fig. 74.

SCHEEPSMETING

	EERSTE SCHUF			TWEEDE SCHUF			DERDE SCHUF			VIERDE SCHUF			VIJFDE SCHUF			ZESDE SCHUF			ZEVENDE SCHUF		
	BREED	LANG	GEMIDDELDE VLAKTE INH. IN M²	BREED	LANG	GEMIDDELDE VLAKTE INH. IN M²	BREED	LANG	GEMIDDELDE VLAKTE INH. IN M²	BREED	LANG	GEMIDDELDE VLAKTE INH. IN M²	BREED	LANG	GEMIDDELDE VLAKTE INH. IN M²	BREED	LANG	GEMIDDELDE VLAKTE INH. IN M²	BREED	LANG	GEMIDDELDE VLAKTE INH. IN M²
VOORSTEVEN	0,15	0,265	0,0397	0,15	0,29	0,0435	0,15	0,315	0,0472	0,15	0,365	0,0547	0,15	0,42	0,0690	0,15	0,45	0,0630	0,15	0,49	0,0735
VOORSCHIP SCHRALE HALVE ELLIPS	3,435	1,085	2,7952	3,485	1,025	2,6791	3,41	0,95	2,4296	3,295	0,86	2,1253	3,135	0,88	1,8340	2,91	0,60	1,3095	2,74	0,45	0,9247

BREEDTEN	EERSTE SCHUF			TWEEDE SCHUF			DERDE SCHUF			VIERDE SCHUF			VIJFDE SCHUF			ZESDE SCHUF			ZEVENDE SCHUF		
	OPVOLGENDE	GEMIDD.		OPVOLGENDE	GEMIDD.		OPVOLGENDE	GEMIDD.		OPVOLGENDE	GEMIDD.		OPVOLGENDE	GEMIDD.		OPVOLGENDE	GEMIDD.		OPVOLGENDE	GEMIDD.	
	3,435			3,485			3,41			3,295			3,135			2,91			2,74		
		3,525	9,1182		3,525	9,1650		3,485	9,0610		3,417	8,8842		3,315	8,6190	3,18		8,2680		3,062	7,9612
	3,58			3,565			3,56			3,54			3,495			3,45			3,85		
		3,672	4,5900		3,655	4,5687		3,635	4,5437		3,607	4,5087		3,567	4,4587		3,53	4,4125		3,485	4,3562
	3,715			3,745			3,71			3,675			3,64			3,61			3,585		
		3,685	13,2260		3,667	13,2012		3,632	13,0752		3,60	12,960		3,565	12,834		3,54	12,744		3,512	12,6432
	3,605			3,59			3,555			3,525			3,49			3,47			3,44		
		3,537	8,6656		3,562	8,7342		3,522	8,6289		3,49	8,5505		3,452	8,4574		3,42	8,3790		3,387	8,2981
	3,57			3,535			3,49			3,455			3,415			3,37			3,335		
		3,447	8,9622		3,412	8,7182		3,365	8,7490		3,252	8,4552		3,097	8,0522		2,982	7,7532		2,98	7,4880
	3,325			3,29			3,24			3,05			2,70			2,595			2,425		

	EERSTE SCHUF			TWEEDE SCHUF			DERDE SCHUF			VIERDE SCHUF			VIJFDE SCHUF			ZESDE SCHUF			ZEVENDE SCHUF		
	BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG		BREED	LANG	
ACHTERSCHIP RUIME HALVE ELLIPS	3,325	1,555	3,8703	3,29	1,355	3,5664	3,24	1,20	3,1104	3,05	1,025	2,5010	2,70	0,975	2,1684	2,595	0,70	1,5432	2,425	0,525	1,0185
ACHTERSTEVEN	0,10	0,445	0,0445	0,10	0,545	0,0545	0,10	0,675	0,0675	0,10	0,825	0,0825	0,10	1,00	0,1	0,10	1,15	0,1150	0,10	1,275	0,1275
ROER	0,08	0,625	0,05	0,08	0,775	0,6220	0,08	0,90	0,0720	0,08	1,05	0,0840	0,08	1,20	0,0960	0,08	1,35	0,1080	0,08	1,525	0,1220
GEMIDD. VLAKTE INH.	EERSTE SCHUF		51,3617	TWEEDE SCHUF		50,9459	DERDE SCHUF		50,7845	VIERDE SCHUF		48,2061	VIJFDE SCHUF		46,6827	ZESDE SCHUF		44,6114	ZEVENDE SCHUF		41,0129

VOORSTEVEN BREED 0,15 M — **VOORSCHIP**

GEMETEN INSNIJDING	GEMIDDELDE INSNIJDING	GEMETEN INSNIJDING	GEMIDDELDE INSNIJDING
0,23	0,265	0,48	0,515
0,28	0,29	0,55	0,575
0,30	0,315	0,60	0,65
0,33	0,365	0,70	0,74
0,40	0,42	0,80	0,82
0,44	0,45	0,80	1
0,48	0,49	1,10	1,15
0,50		1,20	

GEMETEN INSNIJDING	GEMIDDELDE INSNIJDING	GEMETEN INSNIJDING	GEMIDDELDE INSNIJDING	SOM DER GEMIDDELDE
0,06	0,03	0,06	0,035	0,065
0,00	0	0,01	0,015	0,015
0,00	0,04	0,02	0,05	0,09
0,08	0,10	0,08	0,105	0,205
0,12	0,18	0,13	0,185	0,36
0,24	0,295	0,24	0,295	0,59
0,35	0,375	0,35	0,385	0,76
0,40		0,38		
0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
0,01	0,015	0,01	0,02	0,035
0,02	0,015	0,03	0,025	0,04
0,01	0,025	0,02	0,035	0,06
0,04	0,045	0,05	0,06	0,105
0,05	0,07	0,07	0,08	0,15
0,09	0,105	0,09	0,11	0,215
0,12		0,13		
0,00	0,005	0,01	0,01	0,015
0,01	0,02	0,01	0,015	0,035
0,03	0,04	0,02	0,03	0,07
0,05	0,055	0,04	0,05	0,105
0,06	0,07	0,06	0,07	0,14
0,08	0,085	0,08	0,085	0,17
0,09	0,10	0,09	0,095	0,195
0,11		0,10		
0,02	0,02	0,02	0,025	0,045
0,02	0,025	0,03	0,035	0,06
0,03	0,04	0,04	0,055	0,095
0,05	0,06	0,06	0,065	0,125
0,07	0,075	0,08	0,085	0,16
0,08	0,085	0,09	0,095	0,18
0,09	0,105	0,10	0,105	0,21
0,12		0,11		
0,01	0,015	0,01	0,015	0,03
0,02	0,035	0,02	0,03	0,065
0,05	0,06	0,04	0,05	0,11
0,07	0,075	0,06	0,07	0,145
0,08	0,09	0,08	0,095	0,195
0,10	0,11	0,11	0,12	0,23
0,12	0,13	0,13	0,135	0,265
0,14		0,14		
0,03	0,035	0,03	0,04	0,075
0,04	0,05	0,05	0,06	0,11
0,05	0,075	0,07	0,085	0,16
0,09	0,17	0,10	0,18	0,35
0,25	0,275	0,26	0,305	0,62
0,30	0,405	0,36	0,40	0,805
0,43	0,475	0,45	0,50	0,975
0,52		0,55		

ROER BREED 0,08 M — **ACHTERSCHIP**

GEMETEN	GEMIDDELDE	GEMETEN INSNIJDING	GEMIDDELDE INSNIJDING
0,55	0,625	0,40	0,445
0,70	0,775	0,49	0,545
0,85	0,90	0,60	0,70
0,95	1,05	0,80	0,875
1,15	1,20	0,95	1,025
1,25	1,35	1,10	1,20
1,45	1,525	1,30	1,375
1,60		1,45	

ACHTERSTEVEN BREED 0,10 M

GEMETEN	GEMIDDELDE
0,40	0,445
0,49	0,545
0,60	0,675
0,75	0,825
0,90	1,00
1,10	1,15
1,20	1,275
1,35	

DE GEMIDDELDE VLAKTE INHOUD DER		BEDRAAGT	ALZOO MAAR INHOUD
EERSTE SCHUF		51,3617 M²	10,2732 M³
TWEEDE	"	50,9458 "	10,1892 "
DERDE	"	50,7845 "	10,1489 "
VIERDE	"	48,2061 "	9,6512 "
VIJFDE	"	46,6827 "	9,3365 "
ZESDE	"	44,6114 "	8,9223 "
ZEVENDE	"	41,0129 "	8,2026 "
DE GEZAMENLIJKE INHOUD DER SCHUIVEN BEDRAAGT			66,7230 M³

DE INHOUD DER HALVE ELLIPS IS 0,785 X KOORDE X PEIL
PARAB. SEGMENT = ⅔ X KOORDE X PEIL
SCHRALE HALVE ELLIPS = ¾ X KOORDE X PEIL
RUIME " " = ⅘ X KOORDE X PEIL
DE DIKTE DER SCHUIVEN IS 0,20 M

EEN M³ ZEEWATER WEEGT 1,03 SCH. TON ZOODAT HET SCHIP 66,7230 X 1,030 = 68,7247 SCH. TON LAADT VOOR DE GEMETEN 1,40 NEERLADING

DERHALVE IS DE LAST VAN HET SCHIP PER M. NEERLADING 49,0890 SCH. TON

DE MET CURSIEVE CIJFERS AANGEGEVEN MATEN ZIJN GEMETEN
DE OVERIGEN ZIJN DOOR BEREKENING VASTGESTELD

van den vóór- of achtersteven of het roer te vermenigvuldigen. Men verkrijgt dus ook 7 schijven.

Nadat op de bovenomschreven wijze de oppervlakken der verschillende stukken zijn berekend en voor iedere schijf samengeteld, wordt iedere schijf met haar dikte vermenigvuldigd. De som der inhouden van de 7 schijven, vermenigvuldigd met 1030 K.G., zijnde het gewicht van 1 M^3. zeewater, geeft het gewicht in scheepstonnen van het verplaatste zeewater en dus ook het gewicht van de lading.

Het gewicht der lading, gedeeld door de neerlading (in het voorbeeld 1.40 M.), geeft den last van het schip per Meter neerlading.

Het meten van een schip behoeft slechts ééns te geschieden; alléén na belangrijke reparaties of vernieuwingen moet een hermeting worden verricht. Iederen keer echter, dat er een geladen steenschip vóór den wal komt, moet dit vóór de lossing worden „afgezien"; als resultaat hiervan verkrijgt men de neerlading, en hieruit kan op eenvoudige wijze het gewicht der lading worden afgeleid. Zie den „staat" hieronder.

...ossing.	Plaats van lossing.	Namen der schippers en schepen.	Scheepsnummer.	Aanduiding der vlotlijnen.	Bakboord.			Stuurboord.			Sommen van last- en leegvlot.	Verschil tusschen last- en leegvlot.	Gemiddelde neerlating.	Inhoud in scheepstonnen per M. neerlading.	Uitgeloste scheepst.		Toelichtingen.
					Vóórstoven.	Vóór-overloop.	Bakstang.	Achterstoven.	Rakstang.	Vóór-overloop.					Basalt $^{30}/_{40}$ cM.		
0.	dijkpaal	J. C. Dooms Az.	116.	lastvl.	1.12	0.61	0.66	0.92	0.62	0.58	4.51	—	—	—	—	—	
el.	4	Watergeus II.		leegvl.	2.30	1.82	1.89	2.10	1.83	1.80	11.74	7.23	1.20^{5}	112.740	135,852	—	

De bovenomschreven methode voor het meten van steenschepen wordt hoofdzakelijk toegepast op z.g. „*steentjalken*", zooals die voornamelijk in Zeeland voor den aanvoer van stortsteen worden gebruikt.

Voor de z.g. *Rijnschepen*, waarmede vooral op de benedenrivieren veel steen wordt vervoerd, wordt een eenigszins andere methode toegepast om het gewicht der lading vast te stellen.

De horizontale schijven worden, in plaats van 0.20 M., 0.10 M. dik genomen en de last van het schip wordt bepaald per decimeter neerlading.

Uit den meetstaat, die overigens geheel is samengesteld als die voor de Zeeuwsche meting, wordt een andere afgeleid, die aangeeft, hoeveel de last van het schip bedraagt bij de 1e, 2e, 3e, 4e enz. d.M. inzinking. Hieruit volgt, dat de onderste schijf de eerste genoemd wordt, in tegenstelling met de eerstbeschreven methode, waarbij de bovenste schijf de eerste is.

Op de hoogte van last- en leegvlot zijn aan weerszijden van het schip twee of drie z.g. „*ijkplaten*" aangebracht; daartusschen bevinden zich verdeelde schalen — *ijkschalen* —, zoodat de ligging van het schip onmiddellijk ten opzichte van last- of leegvlot kan worden afgelezen.

Uit het bovenstaande zal blijken, dat de last van een schip, vooral wanneer het niet afgeladen is, nauwkeuriger door de z.g. „Rijnmeting" wordt bepaald, dan volgens de voor steentjalken gebruikelijke methode.

Daar de Rijnschepen in zoet water worden gemeten en het soortelijk gewicht hiervan minder is dan dat van zout water (S. G. van zoet water = 1; van zout water = 1.030), zullen Rijnschepen, wanneer zij in zeewater komen, minder diep liggen dan in zoet water. Hiermede moet rekening worden gehouden; men telt de schijf, die een dikte heeft, gelijk aan het verschil tusschen de diepgangen in zoet en zout water, later bij het gewicht van de lading, dat wordt afgeleid uit den *meetbrief*, die altijd onder berusting van den schipper blijft.

Het kan voorkomen, dat een steenschip onmiddellijk na aankomst moet worden gelost, b.v. bij het verrichten van werken, waarvan de uitvoering geen uitstel kan lijden, zooals bij dreigende oeverafschuivingen en dergelijke. Ook kan het water — bij stormweer — te beweeglijk zijn om het schip behoorlijk te kunnen afzien. Een manier om vlug het gewicht der lading bij benadering te bepalen, is de volgende. Men neemt het product van den afstand hart op hart der vóór- en achterbolders en de buitenwerksche grootste breedte en vermenigvuldigt dit met 1,06. De uitkomst geeft den last per Meter neerlading in scheepstonnen. Deze methode geldt alleen voor steentjalken.

§ 33. Het verdedigen van den onderzeeschen oever. Na het vroeger behandelde zal het duidelijk zijn, dat — ook onder water — die punten het meest van de stroomschuring te lijden hebben, welke buiten de algemeene oeverlijn in zee vooruitsteken. Zoo zullen de taluds van havendammen, *nollen* — in zee uitstekende overblijfselen van doorgebroken en weggeslagen zeedijken — en soms ook van strandhoofden, sterk worden aangevallen, omdat de stroom er tegen botst en er zich omheen moet wringen. Veelal zien we dan ook de taluds dezer zeewerken met zink- of kraagstukken bekleed en met steen bestort. Maar ook de vlakke oever wordt niet zelden zoodanig aangetast, dat op een gegeven tijdstip een doelmatige verdediging niet langer mag worden uitgesteld.

Vroeger paste men algemeen de methode toe van de *aaneengesloten verdediging*, waarbij de oever over de geheele lengte van het bedreigde kustvak, van af den laagwaterrand tot even door de grootste diepte, met zwaar bestorte zinkstukken werd belegd. Op deze wijze werd gewoonlijk de verdieping en uitschuring afdoend bestreden, maar ze kostte zulke enorme bedragen, dat men is gaan zinnen op middelen om met minder kosten hetzelfde doel te bereiken.

Hierdoor ontstond een ander stelsel van onderzeesche oeververdediging, dat der *„stroomleidende werken"* of *„vaste punten"*.

Dit bestaat hierin, dat men op afstanden, die door verschillende omstandigheden worden bepaald, vaste werken maakt, bestaande uit zwaar bestorte zinkstukken. Deze werken worden zóó groot en zóó sterk gemaakt, dat men ze met gerustheid als onwrikbare punten mag beschouwen (fig. 79, zie blz. 120, 121).

Het ligt voor de hand, dat men eventueel aan een kustvak aanwezige dijksnollen, havendammen enz., door uitbreiding der bezinking en bestorting als stroomleidende werken zal inrichten en de overige werken in verband daarmede zal ontwerpen. Men redeneert hierbij als volgt, nadat men voorloopig de plaatsen der vaste punten op de kaart heeft geprojecteerd. Trek met een straal, die een lengte heeft van den afstand van het werk tot de laagwaterlijn van de tegenoverliggende zandbank, of, wanneer deze niet aanwezig is, tot even dóór de grootste diepte der voorliggende stroomgeul, een cirkelboog tusschen twee geprojecteerde vaste punten. Op grond van ondervinding mag dan worden aangenomen, dat landwaarts van dezen boog geen inscharing (aantasting door stroomschuring) zal plaats hebben.

Construeert men een dergelijken boog tusschen ieder paar geprojecteerde vaste punten, dan ontstaat een aaneengeschakelde bogenrij, die men *„grens van inscharing"* noemt.

Vervolgens gaat men — zoo noodig — rekening houden met de oevervallen — hierna te behandelen —, die zich kunnen voordoen. Men gaat dan na, hoe ver de vallen aan het behandelde kustvak plegen in te dringen. Deze maat rondt men ruim naar boven af en verlengt daarmede den straal van de bogen, waarmede de grens van inscharing verkregen werd.

Uit dezelfde middelpunten trekt men dan met den nieuwen straal weer cirkelbogen, zoodat landwaarts van de grens van inscharing een nieuwe bogenrij ontstaat, die dus vormt de *„grens der grootst bekende vallen"* binnen den laagwaterrand.

De beschouwing van fig. 79 doet zien, dat de lijn der vallen dieper landwaarts indringt, naarmate men de vaste punten verder uit elkaar ontwerpt; door de tusschenruimte dezer werken te verkleinen, schuift men de lijn der vallen zeewaarts, hetgeen noodig kan zijn met het oog op het behoud van de zeewering.

Ter vermijding van de zoo terecht gevreesde achterloopschheid, die de stroomleidende werken zou kunnen isoleeren en geheel waardeloos, ja zelfs gevaarlijk voor de zeewering maken, omdat de stroom zich dan tusschen het werk en den dijksteen een weg zou kunnen banen, moeten de werken door zwaar geconstrueerde dammen of strandhoofden met de zeewering worden verbonden.

De grootte der stroomleidende werken hangt geheel van verschillende omstandigheden af en moet voor ieder geval afzonderlijk worden bepaald;

een breedte van 150 à 200 M. moet als gemiddelde worden beschouwd, voor de lengte neemt men den afstand van den laagwaterrand, tot even dóór de grootste diepte der stroomgeul.

Het zal wel geen nadere uitlegging behoeven, dat ook een onderzeesche oeververdediging, uitgevoerd volgens het stelsel der „stroomleidende werken", lang niet goedkoop is, maar ze kost toch heel wat minder dan een aaneengesloten oeververdediging en is zeker niet te duur, wanneer het behoud van een kostbaren polder het resultaat is.

Men verlieze echter niet uit het oog, dat bij het toepassen van dit stelsel een tijdige uitvoering der werken van het grootste belang is. Wacht men er n.l. zóó lang mede, dat de lijn der vallen bij een behoorlijken afstand der werken de zeewering raakt of snijdt, dan is uit den aard der zaak die zeewering niet meer betrouwbaar en is de kans groot, dat bij het optreden van een val een gedeelte ervan in de diepte wegschuift. Er blijft dan niets anders over, dan door het leggen van een inlaagdijk of -dijken achter de bestaande zeewering, het achterliggende polderland te dekken.

Maar het maken van een inlaagdijk kost ook veel geld en bovendien geeft men op deze wijze vroeger of later een aanzienlijk stuk vruchtbaren grond aan de golven prijs. Zoodoende kan het bij vergevorderde aantasting van den onderzeeschen oever aanbeveling verdienen, tot toepassing van de aaneengesloten oeververdediging over te gaan; in sommige gevallen kan dit voordeeliger zijn dan het aanleggen van een inlaagdijk, gepaard gaande met het verlies van een strook grond.

Mocht men dit echter toch om de een of andere reden verkiezen, dan is het zaak, er op bedacht te wezen, zoodra de zeedijk is prijsgegeven en weggeslagen, de stroomleidende werken dadelijk met den alsdan zeedijk geworden inlaagdijk te verbinden.

Verder valt nog op te merken, dat men soms, wanneer de zeewering door de grens der vallen bedenkelijk dicht wordt genaderd, op zoodanige plaats eenige vaste punten wat dichter bij elkaar kan projecteeren, waardoor de grens der vallen zeewaarts wordt verschoven en misschien het maken van een inlaagdijk kan worden vermeden.

Zooals bij fig. 70 te zien is, zijn aan dit kustvak eertijds groote stukken land verloren gegaan: men zie den (gestippelden) ouden zeedijk van 1795; óók heeft men vroeger den onderzeeschen oever aaneengesloten verdedigd, welke verdediging echter onvoldoende is gebleken. Men behoeft zich over dit laatste niet te zeer te verwonderen; van de steenbestorting maakte men zich in vroeger tijden wel eens àl te gemakkelijk af, door de steenkorst een onvoldoende dikte te geven.

De steenen werden dan in het zand gewoeld en door den stroom verplaatst, waardoor de stroom weer vat op den oever kreeg en de uitschuring werd voortgezet. Dit onvoldoende bestorten der zinkstukken is in vele

gevallen de oorzaak geweest, dat van vroegere onderzeesche oeververdedigingen dikwijls geen spoor meer te vinden is.

§ 34. **Onderzoek van den onderzeeschen oever.** Bij het opmaken van een plan voor de verdediging van een onderzeeschen oever zal het uit den aard der zaak van groot belang zijn, eenige kennis omtrent dien oever te bezitten. Vooral aan oevers, waar de zoo gevreesde „vallen" optreden, dient men te weten, uit welke stoffen de verschillende lagen in den bodem bestaan en op welke diepte die lagen worden aangetroffen.

Het verrichten van grondboringen is daartoe het aangewezen middel, dat vooral in den laatsten tijd veelvuldig wordt toegepast. Omdat een boring in open zee te veel practische moeilijkheden meebrengt en ook financieel zeer bezwaarlijk zou zijn uit te voeren, moet men zich tevredenstellen met het verrichten van de boring op het voorland, of in het talud van den zeedijk.

De uitkomsten dezer grondboringen zullen, in verband met de resultaten der peilingen, van beslissenden invloed kunnen zijn bij het beantwoorden der vraag, of de oever al of niet vooraf bezonken zal worden. Bij een flauw hellenden oever, die uit zand bestaat, zal dit zeker noodig zijn, terwijl het zal worden nagelaten, wanneer de bodem uit harde grondsoorten bestaat en steil is uitgeschuurd.

Een tweede middel om gegevens te verkrijgen betreffende den zeebodem, is het uitvoeren van *helmduikingen*. Daartoe worden — loodrecht op de hoofdraai of de lijn der strandpalen — z.g. „*duikerraaien*" op oever of strand uitgezet. Vanaf een schip, dat in de „raai" stevig verankerd ligt en welks afstand tot de hoofdraai nauwkeurig wordt opgemeten, daalt een duiker naar den bodem en onderzoekt den oever over een cirkeloppervlak met ongeveer 10 M. straal (fig. 73). Hij neemt daartoe een 10 M. lang touw mede, hetwelk bevestigd is aan een met lood of ijzer bezwaard touw, dat van het vaartuig op den bodem neergelaten wordt. Met het touw in de hand beweegt hij zich òm het afhangende touw. De duikerraaien vallen soms samen met de gewone meet- of peilraaien, soms ook worden ze dichter bij elkaar genomen. De afstand der duikingen in iedere raai hangt van omstandigheden af, een gemiddelde maat is 50 M.

Tenzij de duiker deskundige is op het gebied van onderzeesche oeververdediging, wachte men zich er voor, hem door het stellen van allerlei vragen er toe te brengen, zijn waarnemingen in twijfel te trekken. Men bepale er zich daarom toe, hem alleen te doen rapporteeren wat hij heeft aangetroffen, en teekene dit nauwkeurig aan. Eenige contrôle op de bevindingen van den duiker verkrijgt men, door een bepaalde duiking eenige dagen later te herhalen en dan de beide rapporten te vergelijken.

Overigens hechte men aan een serie duikingen niet al te veel waarde;

vooral die, welke verricht worden op diepten van 20 M. en méér, hebben slechts een zeer betrekkelijke waarde, daar op die diepten, door het weinige licht en de onhelderheid van het water, weinig meer kan worden waargenomen.

Helmduikingen, verricht op met steenbestorting verdedigde onderzeesche oevers, hebben aangetoond, dat de steenen over 't algemeen vrij goed over den bodem waren verdeeld en dat deze behoorlijk was gedekt.

Het duiken geschiedt door geoefend personeel in een daartoe geschikt kostuum, het „*duikerpak*", vervaardigd van dubbel linnen met gummi tusschenlaag voor de waterdichtheid. Het voornaamste onderdeel van het duikerpak is de „*helm*", waarin zich draaibare glasruitjes bevinden, en die met koperen moerbouten op het pak wordt vastgeschroefd, waartoe de halsopening van een koperen ring is voorzien. Om den duiker het afdalen mogelijk te maken, draagt hij schoenen met looden zolen, z.g. duikerschoenen, die ieder ± 10 K.G. wegen. Verder wordt hij bezwaard met borst- en rugplaten, waarvan de zwaarte verband houdt met de diepte, waarop moet worden gedoken; 30 K.G. is een gemiddeld gewicht.

De samengeperste lucht wordt vanaf de luchtpomp door een gewapende gummislang in den helm geperst, waarbij een retourklep er voor zorgt, dat de lucht niet weer ontwijken kan door de leiding. De afgewerkte lucht wordt door een kraantje afgevoerd.

Een der nieuwste verbeteringen is het aanbrengen van een spreek- en hoor-apparaatje in den helm, waardoor de duiker in telefonische gemeenschap met de bemanning van het vaartuig kan blijven. De telefoonleiding is in de signaallijn aangebracht; deze lijn heeft de duiker om het middel gebonden en door middel van een afgesproken aantal rukken aan de lijn kan hij signalen geven. Aan deze lijn kan de duiker in geval van nood ook worden opgehaald.

Bij het onderzoek van den zeebodem laat de duiker zich over den rand van het schip zakken en bereikt zoo, langzaam dalend, den bodem; bij het onderzoek van gezonken schepen en dergelijke, wordt gewoonlijk een ladder geplaatst, waarlangs hij naar beneden klimt; dit is veelal noodig, omdat bij dergelijke werkzaamheden gereedschappen en soms springstoffen moeten worden meegenomen naar de diepte.

Het kan nuttig zijn om, wanneer electrische stroom voorhanden is, den duiker een sterke electrische lamp mede te geven; dit kan zeer ten goede komen aan de betrouwbaarheid der waarnemingen.

HOOFDSTUK VI.

OEVERVALLEN, OEVERAFSCHUIVINGEN EN DIJKDOORBRAKEN.

§ 35. Oevervallen en -afschuivingen. Hieronder verstaat men twee verschijnselen, waarvan het eerste uitsluitend, het tweede vrijwel alleen in de provincie Zeeland voorkomt. Beide hebben zij hun ontstaan te danken aan het eigenaardige dwarsprofiel der Zeeuwsche stroomen, die niet, zooals reeds in § 3 is vermeld, bestaan uit breede, overal even diepe zeearmen, maar welker dwarsdoorsnede integendeel groote hoogteverschillen vertoont; eigenlijk zijn er slechts enkele diep ingesneden geulen, die van elkaar door min of meer langwerpige ruggen, „zandbanken" of „platen", worden gescheiden.

Toch, hoewel beide verschijnselen eenzelfde grondoorzaak hebben en ook uiterlijk soms veel overeenkomen, vertoonen zij niettemin in wezen een diepgaand verschil. Ook zijn oeverafschuivingen veel minder gevaarlijk dan oevervallen, zooals hieronder zal worden aangetoond.

Wanneer een onderzeesche oever aan uitschuring is blootgesteld, kan het niet anders, of het talud van dien oever moet hoe langer hoe steiler worden; na korter of langer tijd zal het dwarsprofiel zóódanige uitholling vertoonen, dat het boven water gelegen talud naar beneden zal afschuiven, zóó lang en zóó ver, totdat het natuurlijk talud is hersteld (fig. 75).

Het is gemakkelijk na te gaan, dat een dergelijke oeverafschuiving — vooral wanneer er weinig of geen voorland aanwezig is — een ernstige bedreiging voor de zeewering kan worden, want wanneer ook deze in de afschuiving betrokken wordt, komt de achterliggende polder in gevaar.

Gewoonlijk heeft een oeverafschuiving in plattegrond een segmentvorm; de breedte wisselt af van 5 tot 20 M.; de lengte is zelden grooter dan 200 M. (fig. 76).

Bij een behoorlijke contrôle van dijk, strand en onderzeeschen oever kan een oeverafschuiving niet onverwachts optreden. De ieder voorjaar — en bij verdachte kustvakken meermalen per jaar — verrichte peilingen geven een vrij duidelijk beeld van den toestand, waarin de onderzeesche oever verkeert, en kunnen door onderlinge vergelijking doen zien, of de oever vóóruit- of achteruitgaande is, m. a. w. of hij flauwer of steiler wordt.

Behoudens enkele uitzonderingen kan men een oeverafschuiving zien aankomen, waaruit volgt, dat men zich tegen haar wapenen kan.

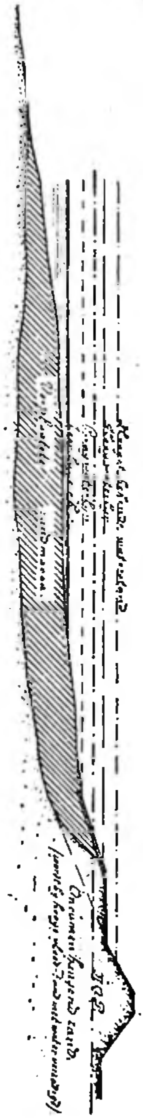


Fig. 77.

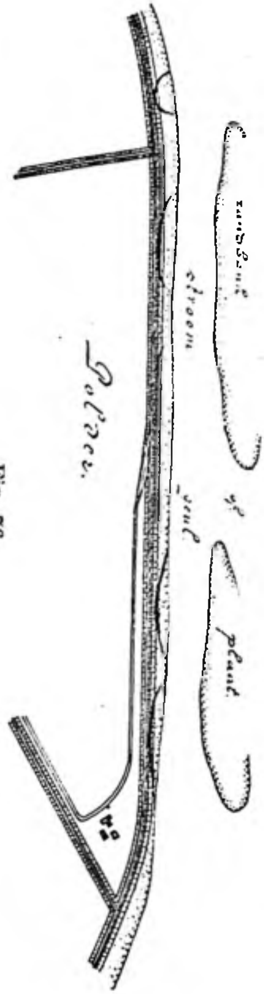


Fig. 76.



Fig. 75.

Geheel iets anders dan het bovenomschrevene is een oeverval. Deze

kenmerkt zich door een in vrijwel horizontale richting zeewaartsche verplaatsing van een soms zeer groote oppervlakte strand of voorland. In tegenstelling met een afschuiving, wordt een val door niets te voren aangekondigd, zoodat zoo'n plotselinge grondverplaatsing terecht een onheil mag worden genoemd.

Over het ontstaan van vallen het volgende.

Het onderzoek van den Zeeuwschen bodem heeft geleerd, dat deze op verschillende plaatsen bestaat uit zandsoorten (waaronder het z.g. *groenzand*), die zeer weinig samenhangend en buitengewoon waterdoorlatend zijn.

Het valt licht te begrijpen, dat dergelijke zandsoorten, wanneer ze met water zijn verzadigd, een zeer kleinen hellingshoek hebben, die misschien wel tot nul kan naderen.

Wordt nu een laag van dit onbetrouwbare zand door een zeearm of stroomgeul gesneden, dan wordt een horizontale verplaatsing van dit zand zeer aannemelijk; immers, het zand is nu niet meer opgesloten en kan uitwijken voor den druk der bovenliggende lagen, welke uit zware grondsoorten bestaan. Een ongunstige factor vormt dikwijls ook de met zwaar materiaal verdedigde zeewering, welke plaatselijk een grooten druk uitoefent.

De beschouwing van fig. 77 zal doen inzien, dat de kans op horizontale verplaatsing der slappe zandlagen het geringst is bij hooge waterstanden; de zandmassa wordt dan als het ware opgesloten en op haar plaats gehouden door den druk van de waterkolom.

Toch kan juist die hooge waterstand het ontstaan van een val zeer in de hand werken, want het voor water uiterst gemakkelijk doordringbare zand neemt dan zeer veel water in zich op en wordt vrijwel vloeibaar.

Volgt nu op den hoogen vloed een zeer lage eb, dan valt de tegenhoudende waterschijf weg, het evenwicht tusschen de verschillende grondlagen wordt verbroken en de zandmassa wordt zeewaarts weggeschoven. Blijft het verplaatste gedeelte buiten den teen van den dijk, dan spreekt men van een *oeverval*, wordt echter ook een gedeelte van de zeewering weggenomen, dan heeft er een *dijkval* plaats; deze laatste staat gelijk met een ernstige dijkdoorbraak, die het verlies van den achterliggenden polder ten gevolge kan hebben.

Door het bovenstaande is ook verklaard, waarom de gevreesde vallen dikwijls bij doodstil zomerweer optreden: immers, dàn komen, met medewerking van verschillende andere oorzaken, de laagste ebstanden voor.

Wanneer door een val alleen zand wordt verplaatst beneden de laagwaterlijn, wordt men de uitwerking soms eerst later gewaar, b.v. bij het verrichten van peilingen. Meestal echter worden ook boven laagwater groote hoeveelheden zand weggenomen; er ontstaat dan in het voorland een schelpvormige kom, zooals in fig. 78 duidelijk te zien is.

Dikwijls heeft deze kom een lengte van 300 à 500 M., in de richting van den

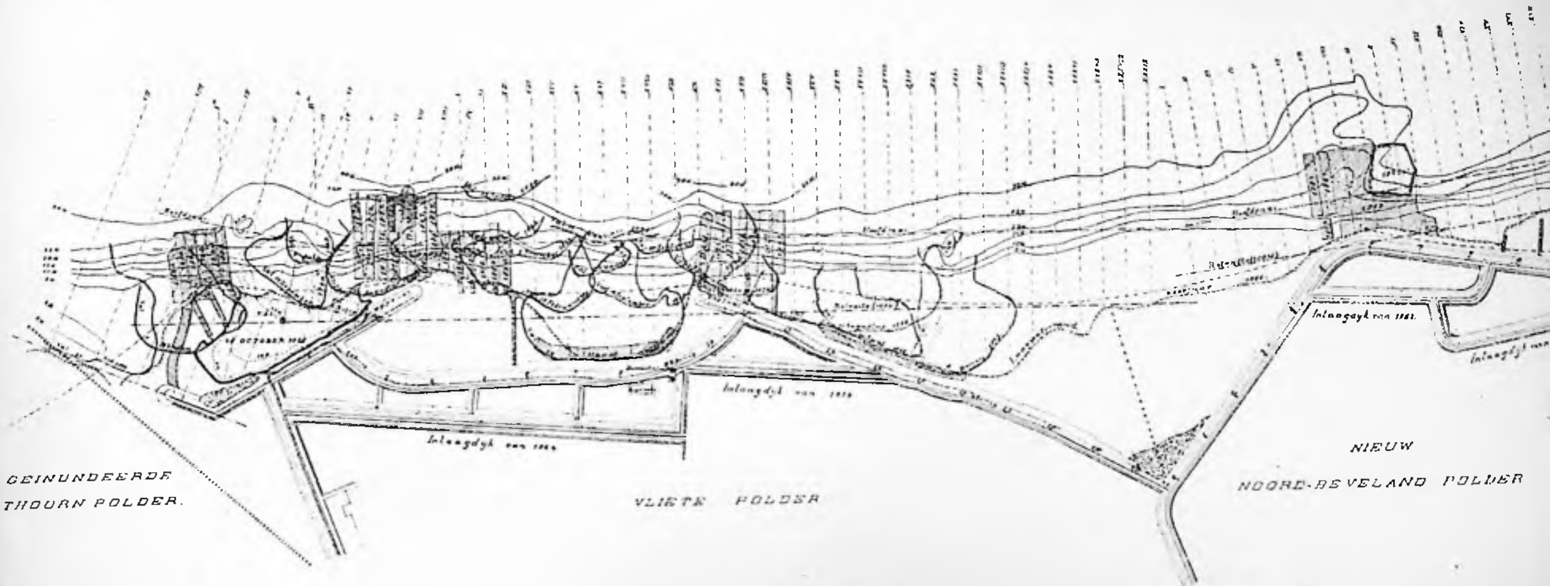

GEINUNDEERDE
THOURN POLDER.
VLIETE POLDER
NIEUW
NOORD-BEVELAND POLDER

Fig. 78.

oever gemeten, bij een breedte van 150 à 250 M., terwijl een diepte van 10 à 20 M. geen zeldzaamheid is. Niet iedere val heeft gelukkig zulke groote afmetingen; er komen ook kleinere voor, welker lengte niet meer dan eenige tientallen Meters bedraagt.

Het door den val naar buiten verplaatste zand zet zich in de geul vóór den oever af en wordt voor een groot gedeelte door den stroom weer op zijn oude plaats — in de kom — teruggebracht. Het in de geul overblijvende zand wordt spoedig door den stroom meegevoerd en is dus verloren.

Even plotseling als een val optreedt, even kort is ook zijn duur. Soms is in enkele minuten het vernielende werk verricht en peilt men tientallen Meters water op de plek, waar even te voren niets hoegenaamd was waar te nemen. Het komt voor, dat aan een kustvak op hetzelfde tijdstip meerdere kleine vallen optreden, die ten slotte overgaan in één grooten.

Gaan we nu in 't kort na, welke middelen aangewend kunnen worden om de vaak schrikkelijke gevolgen van oeverafschuivingen en vallen te ontgaan.

Zooals boven reeds werd uiteengezet, behoeft een oeverafschuiving niet onverwachts te komen; wanneer men maar zorgt, door het voortdurend verrichten van peilingen, op de hoogte te blijven van den toestand van den onderzeeschen oever, zal men niet licht door een afschuiving worden verrast. Wijzen de peilingen uit, dat de oever onder laagwater achteruitgaand is, dus steiler wordt, dan is ingrijpen geboden. Dit bestaat in het bedekken van den oever met een laag zware steenen, op zoodanige wijze, dat de stroomschuring verder geen vat op den oever heeft. Men voert dus een steenbestorting uit, al of niet voorafgegaan door het uitvoeren van zinkwerken. Dit laatste is dikwijls niet uitvoerbaar, gewoonlijk gaat er in de betrekkelijk nauwe geul een zóó felle stroom, dat er niet aan kan worden gedacht, een zinkstuk behoorlijk aan den grond te brengen.

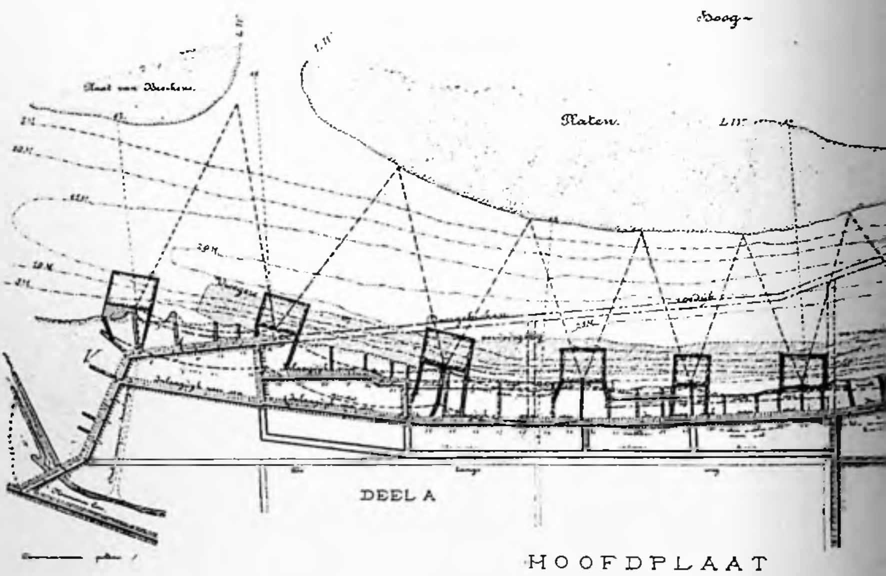
Omtrent het bestrijden der oevervallen valt op te merken, dat men hiervan in vroegere tijden niet veel werk maakte. Men bepaalde zich er toe, om, wanneer de zeewering ernstig werd bedreigd, achter den bestaanden dijk een inlaagdijk aan te leggen, die als zeedijk begon dienst te doen, zoodra de voorliggende dijk moest worden prijsgegeven.

De strook grond tusschen de twee dijken noemde men „*inlaag*" of „*kuip*". Men maakte dus een polder in den polder. Een lang bestaan had de nieuwe polder gewoonlijk niet: met het verdwijnen van den ouden zeedijk werd hij met zeewater overdekt. Wel werd op deze wijze een flink vóórland gevormd, maar ook dit werd binnen betrekkelijk korten tijd aangetast en al spoedig gaven peilingen de zekerheid, dat de gedane opoffering door meerdere zou moeten worden gevolgd.

Op deze wijze zijn in den loop der eeuwen vele duizenden H.A. vruchtbare kleigrond met vele bewoonde plaatsen, voorgoed van den Zeeuwschen bodem verdwenen.

Fig. 78, aangevende een gedeelte van den oever van een der Zeeuwsche eilanden, geeft een maar àl te duidelijk beeld van het verwoestende werk, dat door oevervallen werd aangericht. Men lette op de menigvuldige vallen, waarvan sommige als 't ware over elkaar heen liggen, en op het landwaarts terugdringen van de laagwaterlijn, waarvan een landwaartsche verlegging („*retraite*") van de hoofdraaien een gevolg is.

Ook dijkvallen zijn hier geen zeldzaamheid geweest, zie den val van 28 October 1886, die tot vlak bij de dijkskruin is doorgedrongen. Dat dit kustvak tot de zwaar geteisterde behoort, wijzen ook uit, de op zeer korten



Fig

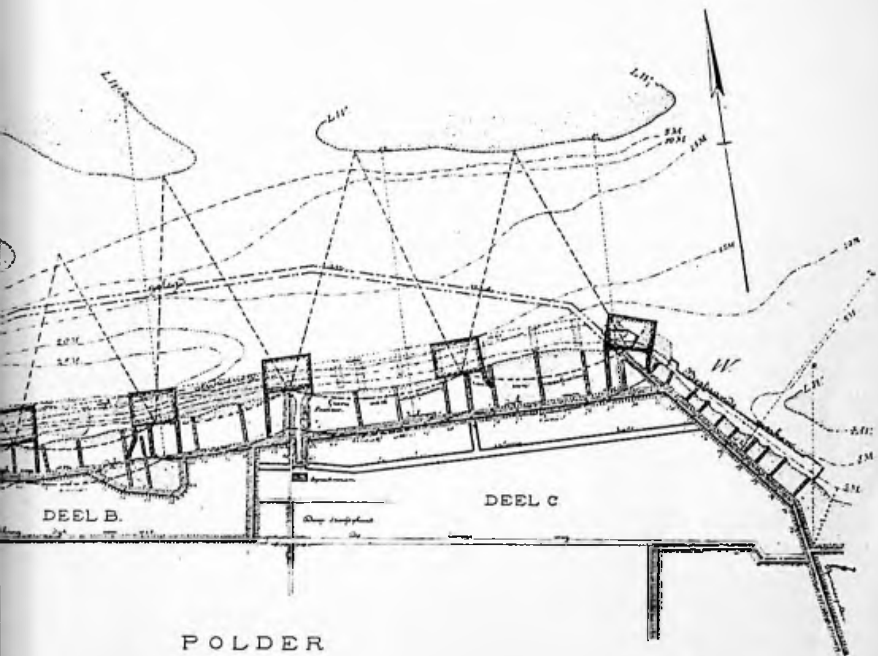
afstand van elkaar liggende peilraaien.

Uit de teekening blijkt verder, dat noordelijk van de thans bestaande zeeweringen, vroeger omdijkt land is geweest; dit is te zien aan de z.g. „nollen" (Oostnol en Westnol).

Na het behandelde zal het geen verklaring meer behoeven, dat ook vallen — evenals afschuivingen — het meest voorkomen aan oevers, die een steil onderzeesch beloop hebben of waarbij de vóórliggende stroomgeul hoe langer hoe dieper wordt uitgeschuurd. Met het dieper worden van de stroomgeul wordt de kans op het ontstaan van vallen grooter.

Het middel om vallen tegen te gaan, kan dus in niets anders bestaan dan in een breed opgevatte verdediging van den onderzeeschen oever, om het uitschuren en dieper worden van de geul te beletten. Het gewicht der steenbestorting (gemiddeld 1000 K.G. per M².), waarmede de oever wordt belast, zal vermoedelijk in vele gevallen een zekeren tegendruk veroorzaken, die het optreden van vallen belet; maar hoofdzaak moet toch blijven: het in rust brengen en houden van den onderzeeschen oever.

De onderzeesche oeververdediging, die het verdiepen van de stroomgeul moet beletten, zal bestaan uit een aaneengesloten oeververdediging, terwijl



men ook, wanneer de afneming nog niet te ver is gevorderd, het stelsel der stroomleidende werken kan toepassen.

Zoodra een val is ontstaan, moet dadelijk worden begonnen met het verrichten van nauwkeurige peilingen op korte afstanden (10 à 15 M.); met behulp van de hiermede verkregen gegevens brengt men den val in teekening en kan men nagaan, hoeveel grond er is verplaatst.

Deze metingen en peilingen herhaalt men na eenige dagen; door vergelijking kan men dan nagaan, of er aanwinst heeft plaats gehad, hetgeen gewoonlijk het geval is.

Inmiddels wordt op die plaatsen, waar dit in verband met den toestand noodig geoordeeld wordt, een noodverdediging aangebracht, welke kan bestaan uit krammat, rijsbeslag, al of niet met steen bezwaard, baardwerk, zink- of kraagstukken en steenbestortingen, en waarbij de keuze der materialen dikwijls bepaald wordt door hetgeen op dat oogenblik in voorraad is.

Door het maken dezer tijdelijke werken voorkomt men, dat golfslag en stroomschuring de aangerichte schade nog vergrooten.

Is er echter ook een gedeelte van de zeewering in de diepte verdwenen, dan moet onmiddellijk alles in het werk worden gesteld om te zorgen, dat de gaping in den dijk zich niet gaat vergrooten; daartoe moeten dadelijk aan de einden der opening in de zeewering rijswerken worden gemaakt en steenbestortingen aangebracht, om te verhinderen, dat door het bij eb en vloed wegstroomende en weer opkomende water niet nog meer grond van den dijk wordt weggenomen.

Ook met zand gevulde juten zakken kunnen bij dergelijke werkzaamheden goede diensten bewijzen. Daarna moet onmiddellijk worden begonnen met den aanvoer van materialen, om de doorbraak zoo spoedig mogelijk te dichten.

Het is niet doenlijk, andere dan zeer algemeene regelen te geven betreffende hetgeen moet worden verricht bij het optreden van vallen en afschuivingen. De omstandigheden, waaronder zij zich voordoen, zijn voor ieder kustvak, in verband met ligging, bodemgesteldheid, windrichting enz., zóó verschillend, dat ieder geval op zichzelf moet worden beoordeeld. Grondige bekendheid met oever en zeebodem en de aanwezigheid van een voldoende hoeveelheid materialen zijn in de eerste plaats noodig voor het nemen van snelle en afdoende maatregelen.

§ 36. **Dijkdoorbraken.** Niet minder gevaarlijk dan oeverafschuivingen en -vallen zijn dijkdoorbraken. Deze ontstaan bij zeer hooge waterstanden, al of niet gepaard gaande met hevigen golfslag.

De oorzaken van een dijkdoorbraak zijn verschillend, en hangen van allerlei omstandigheden af.

Een doorbraak kan ontstaan, wanneer de kruinshoogte van den dijk te laag is en de hoog oploopende golven, over de kruin heen, langs het binnentalud naar beneden storten.

Langs den binnendijksteen heeft dan ontgronding plaats, wat afschuiving van het binnentalud ten gevolge moet hebben. Wordt de dijkskruin in die afschuiving betrokken, dan stroomt het water spoedig met volle kracht over de verlaagde dijkskruin heen en de steeds aanzwellende watermassa maakt de opening in den dijk van oogenblik tot oogenblik grooter.

Door het overstortende water wordt aan de binnenzijde van den dijk een kuil of kom gevormd, „*wiel*” genaamd; deze wielen zijn gewoonlijk zeer diep en worden in vele gevallen niet gedicht, waarover straks meer.

Een andere oorzaak van dijkbreuk is de volgende.

Bij de meeste zeedijken — voornamelijk in Zeeland — bevindt zich onder de kleilaag een sponsachtige en dus samendrukbare veenlaag. Treedt er nu een langdurige vloedstand in, dan wordt de veenmassa, evenals het dijkslichaam zelf, in hooge mate met water verzadigd. Hierdoor en door het gewicht van de waterkolom, die op het dijkslichaam drukt, wordt de zate van den dijk belangrijk zwaarder belast dan gewoonlijk; de onderliggende veenlaag, die door haar groot watergehalte aan drukvastheid heeft verloren, wordt in elkaar gedrukt en het geheele dijkslichaam zakt over zekere lengte rechtstandig omlaag, waarvan golfoverloop en het ontstaan van een gat in den dijk het gevolg moet wezen.

Dergelijke dijkverzakkingen doen zich dikwijls dáár voor, waar kort geleden dijkverzwaring en ophooging heeft plaats gehad, waardoor de ondergrond meer dan voorheen wordt belast en er dus slechts weinig noodig is om het evenwicht in de verschillende grondlagen te verstoren.

Een veel voorkomende vorm van dijkdoorbraak is die, waarbij het buitentalud door het beuken der golven zoodanig wordt beschadigd, dat het talud naar beneden afschuift en de dijkskruin wordt verlaagd, waarna het over de verlaagde kruin stortende water de vernieling verder voltooit.

Ook is een dijkdoorbraak zeer wel mogelijk zonder dat de golven de kruin bereiken. Het grondwater in het dijkslichaam zal hooger stijgen, naarmate het vloedwater rijst. Komen nu eenige dagen achtereen hooge vloedstanden voor, dan zal ook het grondwater in den dijk een hoogeren stand verkrijgen en is het zeer aannemelijk, dat het onderste gedeelte van de grondmassa, waaruit de dijk bestaat, zoodanig met water wordt verzadigd, dat ze niet meer in staat is het gewicht van het bovengedeelte van den dijk en de waterkolom, die op het talud drukt, te dragen. Deze toestand heeft een zijdelingsche (landwaartsche) uitwijking van het dijkslichaam ten gevolge en de dijk zakt als het ware in elkaar, waardoor het water in de gelegenheid komt, den polder binnen te stroomen.

Dit verschijnsel doet zich vooral voor bij zeedijken, die een breed en hoog voorland hebben; dit verhindert het spoedig wegzakken van het grondwater in den dijk. Om dit te bevorderen, graaft men wel op eenigen afstand van den dijksteen en evenwijdig daaraan flink breede greppels, waarin het grondwater uit den dijk kan wegzakken, waarna het door loodrecht op de dijksrichting gegraven dwarsgreppels naar zee wordt afgevoerd.

Het springt dadelijk in het oog, dat een lage binnenberm het zijdelingsch uitschuiven van het dijkslichaam ten zeerste bevordert; daarom is het aanleggen van een hoogen binnenberm, die bovendien een flinke breedte heeft en dus voldoenden steun tegen uitzakken kan geven, bij dijken waarvóór een hoog voorland ligt, van het allerhoogste belang.

In vele gevallen kondigt een dijkbreuk zich aan door het ontstaan van langsscheuren in of nabij de kruin. Volgens sommigen ontstaan deze hierdoor, dat door den hevigen golfslag het dijkslichaam in een trillende beweging wordt gebracht en gehouden: daardoor zouden dan de scheuren in de lengterichting ontstaan. Deze scheuren vullen zich spoedig met water en bevorderen het week worden en uit elkaar zakken van den dijk.

Anderen beweren, dat, ten gevolge van de veerende onderlaag (veen), waarop het dijkslichaam rust, de geheele massa op en neer bewogen wordt en evenals een overbelaste ligger ten slotte breekt. Neemt men voor de lengte van den aarden ligger de breedte van den dijk, dan vormt de langsscheur de breuk van den ligger.

Hoe het zij, het verschijnen van langsscheuren is een kwaad voorteeken, en men zal verstandig doen, een dijkvak, waarbij ze geconstateerd worden, nauwkeurig in het oog te houden.

§ 37. **Het dichten van een dijkdoorbraak.** Wanneer eenmaal een dijkdoorbraak heeft plaats gehad, is het allereerst zaak, te zorgen, dat de opening in den dijk niet grooter wordt. Daartoe begint men met de einden van de opening tegen verdere afneming te behoeden, door ze af te dekken met groote zeilen, die met perkoenpalen aan het beloop worden vastgehecht en met steenen bezwaard.

Zoodra het water voldoende is gezakt, worden de zeilen verwijderd en daarvoor in de plaats een noodrijsbeslag aangebracht, dat in de meeste gevallen met steen of — zoo deze niet bij de hand is — met zakken zand zal worden gedekt en bezwaard.

Inmiddels worden de noodige materialen aangevoerd en kan worden uitgemaakt, hoe de breuk zal worden gedicht, waarbij men zal trachten, het nieuwe dijksgedeelte op de oude plaats te leggen: soms is dit door de diepe uitschuring ter plaatse, waar viermaal per etmaal in- en uitstrooming plaats heeft, niet mogelijk en wordt de nieuwe dijk buiten- of binnenwaarts buigend tegen den ouden aangesloten. (Zie fig. 79.)

Slechts in zeer zeldzame gevallen is het mogelijk, het gat in den dijk te dichten door eenvoudig zand te storten; bij weinig stroom heeft men wel succes gehad met het maken van een dam, bestaande uit met zand gevulde zakken, maar ook deze werkwijze wordt door de waterbeweging in de opening meestentijds onmogelijk gemaakt.

Meer doeltreffend is het laten zinken van een oud vaartuig in de opening: men vult het daarna geheel met zand en gebruikt het als kern van den zand- of kleidam, die de afsluiting van de opening vormt. Een bezwaar is, dat dijkbreuken, die op deze wijze zijn gedicht, gewoonlijk onderloopsch blijken te zijn.

Een oud-Hollandsche methode om een doorbraak te dichten is de volgende.

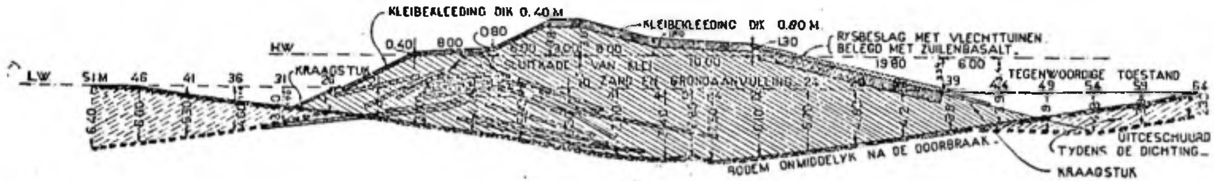

KLEIBEKLEEDING DIK 0.40 M
KLEIBEKLEEDING DIK 0.80 M
RYSBESLAG MET VLECHTTUINEN
BELEGD MET ZUILENBASALT
HW
LW
KRAAGSTUK
SLUITKADE VAN KLEI
ZAND EN GRONDAANVULLING
TEGENWOORDIGE TOESTAND
UITGESCHUURD
TYDENS DE DICHTING
BODEM ONMIDDELYK NA DE DOORBRAAK
KRAAGSTUK

Fig. 80.

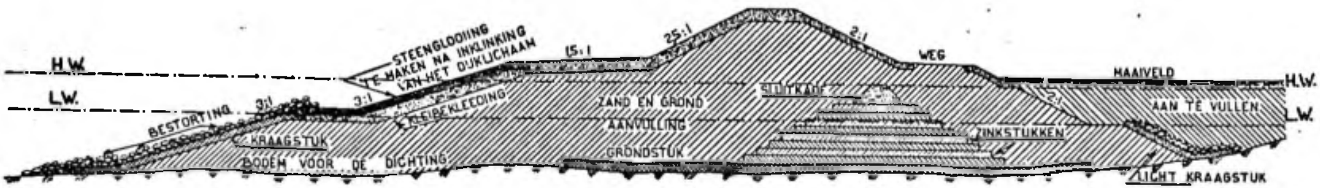

STEENGLOOIING
TE MAKEN NA INKLINKING
VAN HET DIJKLICHAAM
H.W.
L.W.
BESTORTING
KLEIBEKLEEDING
KRAAGSTUK
BODEM VOOR DE DICHTING
ZAND EN GROND
AANVULLING
GRONDSTUK
SLUITKADE
ZINKSTUKKEN
WEG
MAAIVELD
AAN TE VULLEN
H.W.
L.W.
LICHT KRAAGSTUK

Fig. 81.

Onmiddellijk na de doorbraak wordt de ontstane geul nauwkeurig in de lengterichting gepeild (fig. 80), waarna, eenigszins uit het midden naar de landzijde, begonnen wordt met het storten van zand; tegelijkertijd worden zinkstukken van gepaste afmetingen gereedgemaakt. Zoodra het eerste stuk gereed is, wordt het bij het eerste gunstige tij gezonken en zoo mogelijk alleen met schorkloeten geballast. Op dit stuk wordt zooveel mogelijk zand gestort, waarna het volgende stuk wordt gezonken. Zoo gaat men voort, zand stortend en stukken zinkend, waardoor een dam ontstaat, die tot ongeveer halfvloed wordt opgetrokken over de volle breedte van den nieuwen dijk. De taluds worden, om uitspoelen te voorkomen, aan weerszijden met kraagstukken bekleed, tot de hoogte van de laagwaterlijn. Ongeveer ter plaatse van den binnenberm wordt nu een sluitkade van klei aangebracht, die tot 0.25 à 0.50 M. boven H. W. wordt opgetrokken; deze geringe hoogte is voldoende, omdat dergelijke werken altijd bij doodtij worden ondernomen. De sluitkade heeft een aanlegbreedte van 6 à 10 M. en zal een kruinsbreedte krijgen van 1 à 2 M., soms minder.

Na de sluiting wordt de grond- en zandstorting onverwijld voortgezet, totdat het volledige dwarsprofiel is bereikt. Daarna wordt op de beloopen de kleibekleeding aangebracht. Het waterbeloop verdedigt men tijdelijk door rijsbeslag met vlechttuinen, waarop de later te gebruiken glooiingsteen wordt gevlijd. De glooiing wordt pas gemaakt, als het dijkslichaam behoorlijk is gezet en ingeklonken en geen verzakkingen der taluds meer te vreezen zijn.

Tijdens de dichting gaat door het bij vloed instroomend en door het bij eb uitstroomend water gewoonlijk nog vrij veel grond verloren (zie de fig.); aan de landzijde moet deze uitschuring worden aangevuld en aan de zeezijde slibt ze gewoonlijk weer spoedig dicht.

Zooals uit de figuur is te zien, is de dam, uit rijshout en zand bestaande, zooveel mogelijk naar binnen gelegd; men bereikt daarmede, dat de min of meer zwakke plek, die vanwege het vele vergankelijke rijshout in het dijkslichaam ontstaat, gedekt wordt door het buitendeel, dat geheel uit grond en zand bestaat.

Het zal duidelijk zijn, dat men het gebruik van zinkstukken zooveel mogelijk beperkt; zij dienen enkel en alleen om het gestorte zand te beschermen tegen het meegevoerd worden door den stroom.

Soms gebeurt het, dat men, vanwege de sterke waterbeweging in de geul, tusschen de stukken geen zandstorting kan aanbrengen. Men legt dan op den bodem van de geul, die door het storten van zand zooveel mogelijk gevlakt is, een zinkstuk van groote afmetingen (grondstuk), en bouwt daarop een rijzendam, bestaande uit onmiddellijk op elkaar gezonken stukken, die, naarmate de dam hooger wordt, minder breed worden, zoodat de rijzendam trapsgewijze versmalt (fig. 81). Overigens is de uitvoering dezelfde als boven omschreven.

HOOFDSTUK VII.

INPOLDERINGEN.

§ 38. Aanwas en opslibbing van oevers. Niet altijd heeft door stroomschuring of anderszins, afneming van den zeeoever plaats; zelfs zijn er langs de kust plaatsen, waar het tegenovergestelde gebeurt en men aanwas of opslibbing ziet. Het is geenszins onmogelijk, dat het verschijnsel zich voordoet op plaatsen, waar vroeger vrij sterke afneming moest worden geconstateerd.

De oorzaak kan dan gelegen zijn in het zich verleggen van den stroom, òf op natuurlijke wijze òf gedwongen door het uitbrengen van dammen, paal- of zeehoofden en dergelijke werken.

Een eerste voorwaarde voor aanwas is, dat het water ter plaatse zoodanig in rust komt, dat het bezinken van zand of klei mogelijk wordt, waaruit volgt, dat men opslibbingen in den regel zal aantreffen op plaatsen, die van de stormstreek zijn afgekeerd, in 't algemeen dus langs de oost- en noordkusten onzer zuidelijke eilanden; langs de noordelijke eilanden vindt men aanwas in het zuidoosten. Langs de westelijke kusten vindt over 't algemeen afneming plaats, omdat, zooals reeds eerder werd verklaard, op onze kust de meest heerschende winden zeewinden zijn en deze een strooming langs den bodem doen ontstaan, die een tegenovergestelde richting heeft en dus zand of grond zeewaarts verplaatst.

Bij een bepaalde bewegingssnelheid van het water zal er zand bezinken, en eerst bij afneming dier snelheid treedt er een zoodanige rust in de waterdeeltjes op, dat de zich daarin bevindende lichte, fijne kleideeltjes langzaam naar den bodem kunnen dalen. Het is dus heel goed mogelijk, dat op een plaats, waar eerst nog alleen zand kan worden afgezet, door verschillende omstandigheden en mede ten gevolge van de zandafzetting langzamerhand een klei-neerslag zal worden aangetroffen.

Door het bezinken der vaste stoffen wordt de bodem gaandeweg hooger, en dit kan ten gevolge hebben, dat het met ieder tij overvloeiend water nog meer tot rust komt en dus de opslibbing sneller verloopt.

De opslibbing zelf gaat vrij onregelmatig en houdt natuurlijk nauw verband met het gehalte aan vaste stoffen van het opkomende water. Ook kan

het voorkomen, dat het door den vloed aangevoerde, door de eb weer wordt weggevoerd.

Eindelijk echter zal de oever zoodanig zijn aangeslibd of aangewassen, dat de oppervlakte bij laagwater droog loopt. Men noemt zoo'n oever, waarop natuurlijk nog geen begroeiing wordt waargenomen, een „*slik*" of, daar hij meermalen doorsneden en verdeeld wordt door kreken of geulen, ook wel „*slikken*". In dit stadium gekomen, is het dikwijls mogelijk, door het maken van zeer eenvoudige werken de aanslibbing krachtig te bevorderen. Men doet dit, door het slik in z.g. „akkers" te verdeelen, die gescheiden worden door rechthoekig op de oeverlijn gegraven greppels, welke op 5 M. afstand van elkaar komen en een lengte verkrijgen van 250 à 300 M. De diepte der greppels bedraagt ± 0.60 M. en de bodembreedte 0.30 M.; de taluds zijn zeer flauw. Zeewaarts maakt men de diepte iets minder, om bij het afloopen van het water de slib beter te kunnen opvangen. In de greppels treedt een vrijwel volkomen rust in het water op, zoodat deze na eenige jaren geheel zijn volgeslibd. Men kan nu de greppels weer uitgraven en den inhoud over de akkers verspreiden, òf men graaft tusschen de oude volgeslibde, weer nieuwe greppels.

In Zeeland bevordert men de aanslibbing door het op het slik aanbrengen van *slikvangers*; dit zijn kleine, lage dijkjes of kaden, ongeveer loodrecht op de oeverlijn, die met de kruin 0.20 à 0.30 M. boven het slik liggen en zeer flauwe hellingen hebben. De kruin der slikvangers wordt in den regel van een wintermat voorzien, om beschadiging door overloop te voorkomen.

De koppen der slikvangers worden verbonden door een plasberm, bestaande uit enkele op elkaar gestapelde lagen rijsbossen, met de bleezen zeewaarts gericht. Zoodoende ontstaan op het slik groote kommen, gevormd door de slikvangers, die 20 à 30 M. van elkaar verwijderd liggen, en de plasbermen. In deze kommen kan het zeewater nu tot rust komen en krijgen de kleideeltjes gelegenheid om te bezinken; de plasberm laat het bij eb afstroomende water voldoende door, maar houdt de slib vast. De zwaarste kleideeltjes geven de grootste opslibbing — bezinken het eerst —, waaruit volgt, dat achter den plasberm in den regel een met zeer flauwe hellingen verloopende kleirug ontstaat. Dit verschijnsel doet zich trouwens ook voor, wanneer geen slikvangers aanwezig zijn; ook dàn treft men langs de waterlijn een eenigszins verhoogden rug aan.

Naarmate de opslibbing voortduurt, wordt de periode, gedurende welke het slik bij ieder tij droogvalt, gaandeweg grooter, en ziet men spoedig plantengroei (zeekoraal) verschijnen.

Het is licht te begrijpen, dat de bezonken stoffen door en tusschen de plantenstengeltjes veel beter worden vastgehouden dan op het onbegroeide slik, zoodat de aanslibbing nu belangrijk sneller verloopt. Voor dezen begroeiden oever wordt ook de naam slik niet meer gebezigd; men noemt hem

kwelder in 't noorden en *gors* of *schor* in 't zuiden van 't land (Zeeland).

Eindelijk is de schor zóó hoog geworden, dat er geen noemenswaardige verhooging meer kan plaats vinden; de hoogte van gewoon hoogwater is dan ongeveer bereikt, want het spreekt vanzelf, dat de nu en dan voorkomende vloeden, die zich meer of minder boven hoogwater verheffen, geen groote verhooging van de schor meer kunnen veroorzaken. Het zeekoraal wordt nu verdrongen door het schor- of zeegras, en de schor is voor beweiding geschikt; soms ook wordt er hooi op gewonnen.

Men noemt een dergelijke schor „*rijp*" om te worden ingedijkt. Toch gaat men hiertoe lang niet altijd over, omdat men niet de zekerheid heeft, dat de gunstige toestand aan een kustvak zal blijven duren; het is lang geen zeldzaamheid, dat door verlegging van den stroom of een sterker optredende stroomschuring aangeslibde buitengronden moeten worden verdedigd (strandhoofden) en ten slotte zelfs prijsgegeven.

Wanneer echter met reden mag worden verwacht, dat de toestand zich niet ten ongunste zal wijzigen, kan onder overigens gunstige omstandigheden tot inpoldering worden overgegaan; men doet dit gewoonlijk niet, vóór de schor zóó hoog is opgewassen, dat de waterloozing van den polder op natuurlijke wijze zal kunnen plaats hebben, waaronder men verstaat, dat het peil van het polderwater op zoodanige hoogte moet kunnen worden vastgesteld, dat er tusschen dit en het gewone laagwaterpeil genoeg hoogteverschil is om, zonder behulp van bemalingswerktuigen, den polderwaterstand te kunnen handhaven.

Hierbij moet er aan worden gedacht, dat de oppervlakte van den nieuwen polder aanmerkelijk zal dalen (inklinken), wanneer hij van het buitenwater wordt afgesloten en dus gaat uitdrogen.

§ 39. **Bedijking.** Is eenmaal tot het bedijken van een gors besloten, dan moet allereerst de richting van den zeedijk worden vastgesteld, die den nieuwen polder zal begrenzen. Door de situatie van de schor en de omliggende polders is deze richting gewoonlijk reeds vrijwel vastgelegd; toch moet, in verband met de ligging van de stormstreek en andere plaatselijke omstandigheden, daarvan wel eens worden afgeweken en kan men, om aan de algemeene eischen voor de ligging en de richting van een zeedijk (zie § 6) te voldoen, wel gedwongen worden, belangrijke stukken schor onbedijkt te laten, of wanneer men deze niet wil prijsgeven, verplicht zijn, stukken in te dijken, die nog niet voldoende hoog zijn opgewassen. Gewoonlijk wordt de laatste werkwijze verkozen boven de eerste; de aanwezigheid van een laag gedeelte in den polder heeft gewoonlijk geen overwegende bezwaren; omdat daar ter plaatse het polderwater zich verzamelt, is zoo'n lage plek aangewezen om er de uitwateringssluis te bouwen, die het overtollige polderwater op de zee zal afvoeren.

Zoo eenigszins mogelijk, ontwerpt men den dijk zoodanig, dat er een flinke breedte voorland aanwezig blijft; in normale gevallen rekent men hiervoor 200 à 300 M. Aan deze strook voorland wordt ook de grond of het zand ontleend, waarvan de zeedijk zal worden opgeworpen (fig. 82 en 83).

Bedijkingen worden alleen in den zomer uitgevoerd, omdat dan de waterstanden zich in den regel niet boven het normale peil verheffen en dit, in verband met verschillende andere omstandigheden, de meest geschikte tijd is voor het uitvoeren van werken aan zee. Tòch moet men, ook in den zomer, gedekt zijn tegen standen, die boven gewoon hoogwater uitgaan; daarom wordt het te bedijken terrein op ongeveer 100 M. uit den te maken zeedijk voorloopig ingepolderd door het maken van een „*verskade*", een lagen dijk, met een kruinsbreedte van 0.50 à 1 M. en een kruinshoogte van 1.50 à 2 M. + H. W. Deze verskade wordt van zuiveren schorgrond opge-

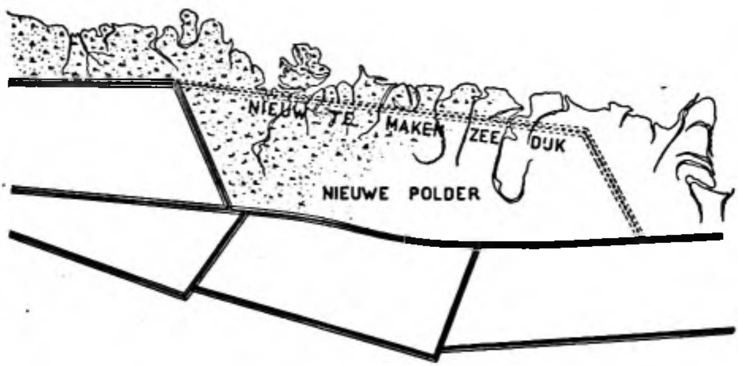


Fig. 82.

worpen; de beloopen worden flauw gehouden, de kruin en het buitenbeloop worden zoo mogelijk met zoden gedekt, en in ieder geval voorzien van een winterkrammat.

In vele gevallen is de schor doorsneden met kreken en waterloopen; men legt dan, om niet de afdamming dezer geulen tweemaal te moeten uitvoeren, de verskade langs de kanten der geul om, en laat haar aan de „*voorversing*" aansluiten. Deze voorversing is het begin van den zeedijk, zooals fig. 84 te zien geeft, en wordt opgewerkt tot ± 2.50 M. + H. W.; zoodoende beveiligt men het achterterrein en de daarop reeds geplaatste arbeidersverblijven, loodsen enz. tegen onverwacht opkomende hooge waterstanden. Tusschen de voorversing en de verskade worden nu verder de *dijksputten* uitgegraven, die den benoodigden grond en het zand leveren voor het dijkslichaam.

Deze dijkputten hebben een breedte (loodrecht op den oever) van 70 à

80 M. en een diepte van $\pm$ 0.70 M. Om de 100 M. lengte (in de richting van den dijk) laat men z.g. „*spekdammen*" staan, die een kruinsbreedte van 10 M. krijgen. Dit doet men, om stroomingen in de lengterichting van het werk te vermijden; verder bevorderen deze spekdammen het dichtslibben der dijks-

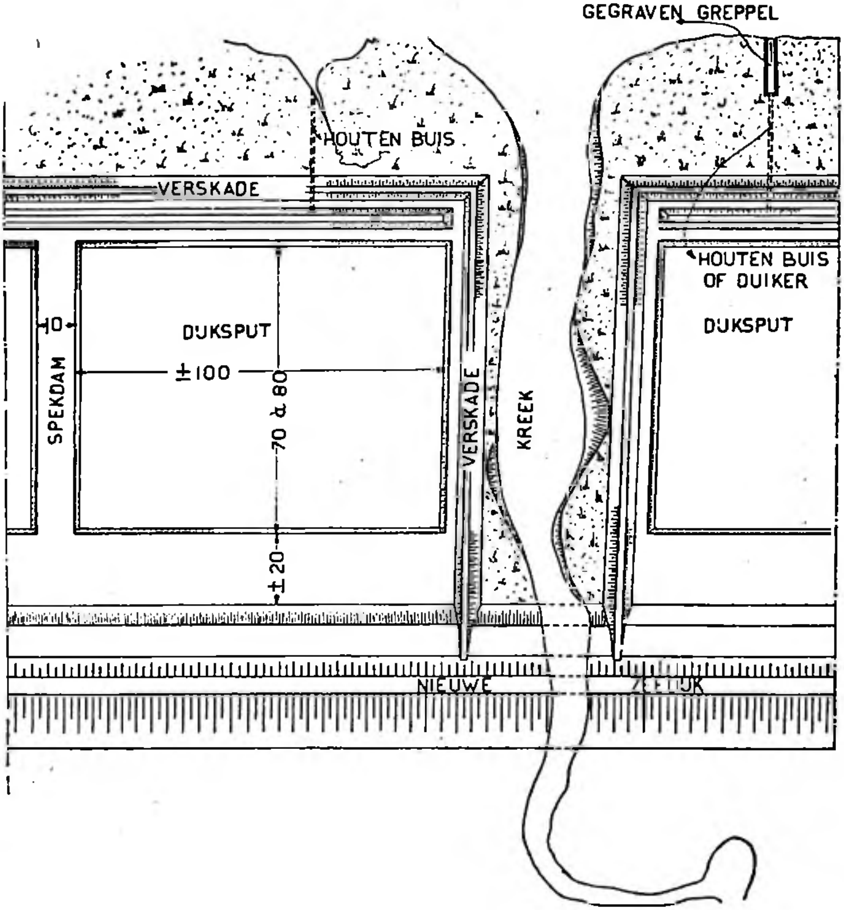


Fig. 83.

putten, wanneer de bedijking is voltooid, en kunnen zij bij beschadiging der verskade het volloopen der putten tot één enkelen beperken.

De hellingen der dijksputten neemt men niet steiler dan 1 : 2; tusschen den teen van den zeedijk en de dijksputten moet een strook schor van minstens 20 M. breedte worden gelaten.

Achter (binnen) langs de verskade graaft men op eenige Meters afstand een flinke sloot met den bodem 0.50 M. onder den bodem der dijksputten. Het zich in deze sloot verzamelende water wordt door houten duikertjes onder door de verskade afgevoerd. Deze duikertjes worden met een schuif en aan het zee-eind met een schuine klep afgesloten, om het vloedwater buiten te houden. Men legt de duikertjes naar omstandigheden op afstanden van 100 tot 150 M. uit elkaar.

Gewoonlijk moet tegelijk met het maken van den zeedijk een suatiesluis worden gebouwd, om het te-veel aan polderwater te doen afloopen. Het ligt voor de hand, dat de sluis gemaakt zal worden op het laagste punt van den polder, omdat dáár het polderwater zich verzamelt. Zonder hier nu dieper op den bouw eener sluis in te gaan, zij er op gewezen, dat men bij het bepalen van de sluisvloerhoogte rekening dient te houden met de vermoedelijke inklinking van den nieuwen polder. Verzuimt men dit, dan zal na verloop van eenige jaren, als mèt den bodem ook de polderwaterstand is gedaald, de sluisvloer te hoog blijken, een omstandigheid, die zich bij verscheidene Zeeuwsche polders voordoet.

De bouwput van de sluis moet, vóór de werkzaamheden worden aangevangen, tot minstens 3 M. + H. W. worden omkaad. Een dergelijke omkading heet een „*vingerling*" en behoort veelal tot de allereerste werken eener bedijking; men tracht dan het sluisgebouw intijds zóóver gereed te hebben, dat het grondlichaam van den dijk het kunstwerk zoover noodig kan afdekken.

Men begint de dijksputten aan de zeezijde uit te graven, hetgeen een regelmatige werkverdeeling geeft, daar de verst-afgelegen grond in het ondergedeelte van den dijk wordt gebracht en de meer bij den dijk gelegene hooger moet worden opgevoerd (fig. 84).



Fig. 84.

Er is reeds met een enkel woord gesproken over de geulen en kreken, die een schor doorsnijden en die door den te maken zeedijk moeten worden afgedamd.

Zijn deze geulen smal, dan kan de afdamming door eenvoudige grondstorting worden verkregen, nadat eerst de taluds zijn afgestoken en van allen plantengroei ontdaan en ook de bodem geheel gereinigd is; deze maatregel, die niet mag worden verzuimd, dient om een dichte aansluiting tusschen

geulbodem en dijk te bevorderen en om onderloopschheid tegen te gaan.

Zijn de af te dammen geulen breed en gaat er een sterke stroom door, ten gevolge van eb en vloed, dan moet de afdamming met behulp van zinkstukken worden uitgevoerd, op de wijze zooals dit bij het dichten van dijkdoorbraken is beschreven.

Nadat deze afdammingen tot de hoogte der vóórversing zijn opgewerkt, wordt deze regelmatig opgehoogd en naar de binnenzijde verzwaard; gewoonlijk begint men hiermede aan de einden en werkt naar het midden toe, waarbij men zich, met inachtneming van plaatselijke omstandigheden, houdt aan hetgeen in § 6 betreffende het aanleggen van zeedijken is gezegd.

De versche, nog niet voldoende ingeklonken taluds zijn nu nog niet geschikt om een zware verdediging met natuurlijke steen te dragen; de eerste verdediging bestaat dus uit een stevig rijsbeslag, waarop de steenblokken, die later de glooiing zullen vormen, worden neergevlijd, waardoor het „zetten" van het dijkslichaam wordt bevorderd. Op het buitenbeloop en de kruin wordt een bebeugeling aangebracht, om de versche zodenbedekking vast te leggen.

Na de voltooiing van den zeedijk wordt de verskade op enkele plaatsen doorgestoken en is, door de ten gevolge van de intredende winterperiode optredende hooge vloeden, spoedig verdwenen; een groot deel van de klei, waaruit ze heeft bestaan, komt weer in de dijksputten terecht.

Voor de verdere werken, die in verband met een inpoldering moeten worden uitgevoerd, voornamelijk die, welke betrekking hebben op het ingepolderde land zelf, zij verwezen naar: „Kanalen en kanaalwerken", door Ir. H. E. Boer.

HOOFDSTUK VIII.

DIJK- EN OEVERWERKEN VAN GEWAPEND BETON.

§ 40. **Glooiingen van gewapend beton.** Het verdedigen van een aangevallen talud met platen van beton, àl of niet voorzien van een wapening, is reeds zoo oud als het gebruik van beton zelf. Dit is niet te verwonderen, als men bedenkt, dat de natuurlijke steen, die voor taludverdediging wordt gebruikt, uit het buitenland moet worden aangevoerd en dus noodwendig hoog in prijs moet worden, afgezien nog van het feit, dat soms lang op een levering moet worden gewacht, waardoor dikwijls een zeer ongewenschte vertraging ontstaat in de uitvoering van werken, die uit den aard der zaak zoo spoedig mogelijk moeten worden voltooid.

Met een taludbekleeding van beton is dit anders. Vooreerst heeft men de aanmaak der platen, die op de plaats zelf geschiedt, geheel in de hand, zoodat men altijd een voldoende hoeveelheid materiaal in voorraad heeft; vervolgens kan de aanmaak geheel door eigen personeel geschieden, waardoor werkloosheid wordt bestreden, en ten slotte geeft het toepassen van gewapend beton een financieele besparing.

Toch was er in de toepassing geen eenheid en geen stelsel, en was ze ver van algemeen, totdat in 1905 door *Ir. Jhr. R. R. L. de Muralt*, destijds Ingenieur van *Schouwen*, een betonglooiing werd samengesteld, die — mits goed uitgevoerd — aan de hoogste eischen voldoet.

Ir. De Muralt bepaalde zich niet alleen tot glooiingen, hij construeerde ook strandhoofden, zinkstukken en dijksverhoogingen van gewapend beton, waarvan hieronder een beknopte beschrijving moge volgen.

De betonglooiing bestaat uit gewapend-betonplaten, die los op het talud liggen en daarop worden neergedrukt door ┌- of ┬-vormige balken of lijsten, welke door hun groot eigengewicht het verschuiven der platen beletten, zonder echter eenige beweging onmogelijk te maken (fig. 85).

De betonplaten zijn aan de onderzijde vlak en gewoonlijk aan de bovenzijde trapsgewijze bewerkt; deze trapvorm breekt de oploopende golf en doet de terugloopende een langeren weg afleggen.

Men heeft ook de platen aan de bovenzijde wel vlak gemaakt; dit heeft het bezwaar, dat de oploopende golf hooger oploopt, zoodat de glooiing breeder moet worden gemaakt.

De afmetingen der platen zijn ongeveer 1.80 × 2.40 M. of 1.80 × 2.75 M.; de laatste maat wordt aangehouden bij gebruik van metaalgaas (métal déployé) als wapening; de dikte der platen varieert van 0.075 tot 0.125 M.

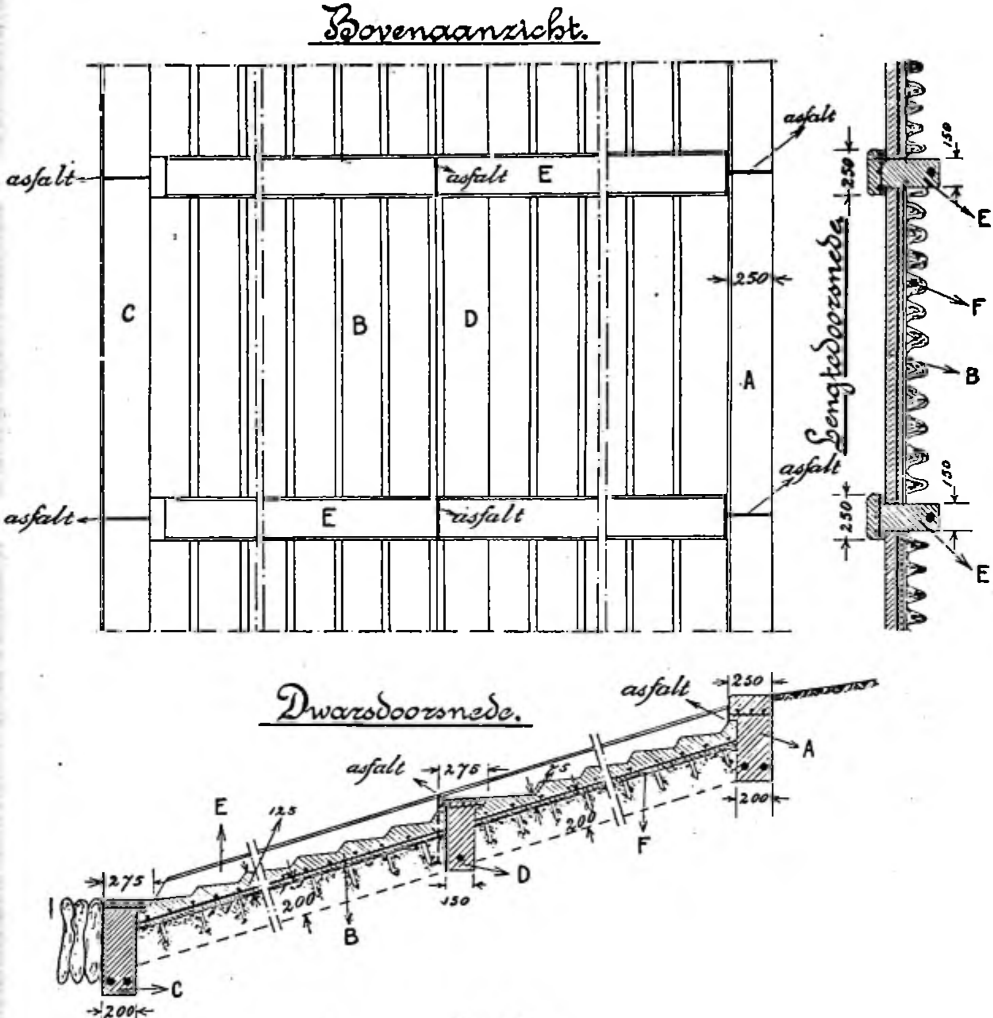


Fig. 85.

De dwarsbalken E hebben een lijfdikte van 0.15 à 0.25 M. en reiken tot 0.15 à 0.20 M. onder den onderkant der platen; de 6 à 8 cM. dikke flenzen rusten over 5 cM. breedte op de nevenliggende platen.

De bovenafsluiting, evenwijdig met de lange zijde van het werk, wordt gevormd door den topbalk A, die den ⌉-vorm vertoont en die de platen B benevens de balken E neerdrukt en op hun plaats houdt.

De voet- of teenbalk C, die het werk aan den teen afsluit, heeft vrijwel denzelfden vorm als de topbalk, met dit verschil echter, dat alleen de glooiingplaten worden neergehouden en de balken E worden vrijgelaten.

Dikwijls is de breedte van een glooiing grooter dan een plaatlengte; in dat geval worden de horizontale tusschenbalken D aangebracht. Op deze wijze is het mogelijk, de glooiing iedere gewenschte breedte te geven.

De wapening der platen bestaat uit het reeds genoemde metaalgaas, ook wel plaatgaas genoemd, of uit een netwerk van rond staafijzer (betonijzer); de balken worden vrijwel uitsluitend met staafijzer gewapend.

Bij het aanbrengen eener betonglooiing op harde gronden (zand) zou de wapening wel kunnen worden gemist, mits men de platen kleiner van afmetingen maakt (b.v. 1 M. in 't vierkant); om practische redenen is echter het weglaten der wapening niet aan te raden: men loopt daarbij groot gevaar, dat de zuinigheid de wijsheid bedriegt.

Om uit den aard van het materiaal voortvloeiende constructieve redenen bestaan de balken alle uit stukken van betrekkelijk korte afmetingen, zie fig. 85; de horizontale balken zijn ongeveer even lang als de breedte der platen, en de lengte der schuin oploopende dwarsbalken komt met de plaatlengte overeen. Tusschen de verschillende balkdeelen wordt een krimpvoeg gelaten, die echter niet over de volle balkhoogte dóórloopt, maar eenige cM. boven de onderwapening eindigt; dit is noodig om inroesten van deze wapening te voorkomen.

Op deze wijze vormen de balken een eenigszins beweeglijk raamwerk, dat altijd op de platen blijft drukken, terwijl de doorgaande onderwapening ruimschoots voor een behoorlijk verband zorgt.

De aanleg eener „trapjesglooiing" geschiedt als volgt. Oude, vaste gronden, waarbij geen inklinking meer is te vreezen en die goed vlak zijn, worden alléén zoo kort mogelijk gemaaid; op de graswortelmat worden onmiddellijk de platen aangebracht. Minder vaste en nieuwere taluds worden eerst zoo vlak mogelijk bijgewerkt en daarna bekramd.

Op het gereedgemaakte talud worden nu de vormbalken *d* (fig. 86) op den juisten afstand gelegd en met ijzers *a* op hun plaats gehouden. Deze vormbalken zijn als trapboomen uitgekeept en vertoonen denzelfden vorm als de plaatdoorsnede. Om de vormbalken op den goeden afstand (plaatbreedte) te houden, worden daarop de afdekplanken K^1, K^2 en K^3 gelegd, welke van gaten zijn voorzien, waarin groote krammen passen, waardoor de wiggen worden geslagen, die de afdekplanken op de vormbalken klemmen.

Vervolgens wordt een laagje beton van $\pm$ 2.5 cM. dikte tusschen de vormbalken gestort en hierop wordt de wapening *m* gelegd; daarna wordt,

van onder af beginnend, trede voor trede gestort en dadelijk afgedekt; na de afdekking wordt opnieuw aangestampt, zoodat het beton goed tegen de afdekplank aansluit.

Na eenige uren neemt men de planken voorzichtig af en wordt de bovenkant der plaat met een houten schuurplankje vlakgeschuurd. Men verwarre dit vlakschuren niet met bepleisteren; hiervan is zelfs geen sprake en mag ook geen sprake zijn, daar een bepleistering geen stand houdt en na korter of langer tijd geheel loslaat. Het opschuren geschiedt zonder bijvoeging



Fig. 86.

van specie, en dient alleen om de ten gevolge van luchtbelletjes ontstane kleine oneffenheden (putjes) te doen verdwijnen.

Komt de glooiing gedeeltelijk onder H.W., dan moeten na het opschuren der platen de afdekplanken weer worden aangebracht en vastgewigd; bovendien worden zij met zware steenen belegd, om opdrijven te voorkomen.

Het zal duidelijk zijn, dat dit weer aanbrengen der afdekking dient om het verspoelen van het cement uit het beton te beletten. Ook bij sterke zonnehitte is het geraden, de versche platen nog eenigen tijd afgedekt te houden.

Na genoegzame verharding der platen, worden de vormbalken *d* weggenomen, waarna onmiddellijk met de volgende plaat of platen kan worden begonnen.

Tusschen de platen wordt een ruimte van 0.15 à 0.25 M. gelaten, overeenkomende met de lijfdikte der dwarsbalken. Bestaat de glooiing uit meerdere platen boven elkaar, dan worden de horizontale tusschenbalken uitgespaard door het plaatsen van kantplanken.

Na twee of drie dagen worden tusschen en langs de platen de sleuven gegraven voor de balken (fig. 87), waarna de kanten der platen worden



Fig. 87.

bestreken met koolteer, om alle aanhechting tusschen balken en platen te vermijden.

Voor het storten der dwarsbalken worden mallen gebruikt, ongeveer gelijk aan de vormbalken voor de platen, maar nu omgekeerd, met de trapvormige uitkeping aan de onderzijde en daarmee op de platen rustend. De binnenkant van den mal wordt 5 à 6 cM. van den buitenkant der plaat verwijderd gehouden, om den balk met de flens op de plaat te doen dragen.

De voetbalken worden het eerst gemaakt, daarna de hellende dwarsbalken, vervolgens de horizontale tusschenbalken en eindelijk de topbalken.

Ter plaatse van de reeds genoemde krimpnaden worden, nadat de onderwapening voldoende met beton is omhuld, houten of ijzeren schotten of platen gesteld, die later worden uitgetrokken. De krimpvoeg kan later met asphalt worden aangegoten.

De behandeling der balken is dezelfde als die van de platen; ook hier heeft, na een paar uur opstijving, opschuring met een houten schuurbordje plaats, en ook nu worden de balkgedeelten, die met het opkomen van den vloed onder water zouden komen, na het opschuren afgedekt met planken, welke zoo noodig met steenen worden bezwaard tegen opdrijven.

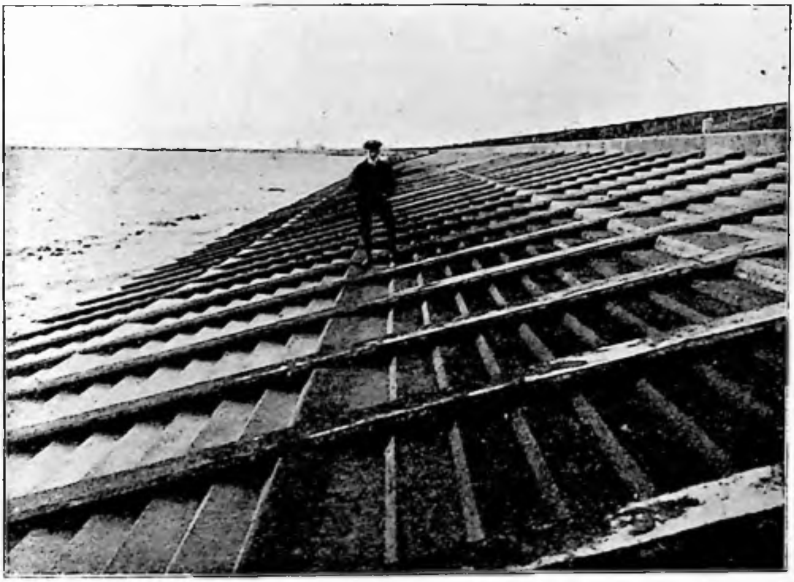


Fig. 88.

Fig. 88 geeft een voorstelling van een voltooide trapjesglooiing op een zeedijk, terwijl fig. 89 de constructie van die glooiing te zien geeft.

Het is noodig, achter den topbalk een voorziening aan te brengen. Een steenstrook, zooals bij de steenglooiingen beschreven, kan hier niet worden toegepast, daar het overstortende water dan toch gelegenheid zou krijgen om onder de platen dóór terug te stroomen, hetgeen natuurlijk vernielend op de constructie zou werken. Het verdient daarom aanbeveling, de overkappende golven op te vangen op een met betonplaten belegde strook. Men past hierbij hetzelfde beginsel toe als bij de glooiing, en drukt de losse platen op den berm, door langs- en dwarsbalken (fig. 89). Ook

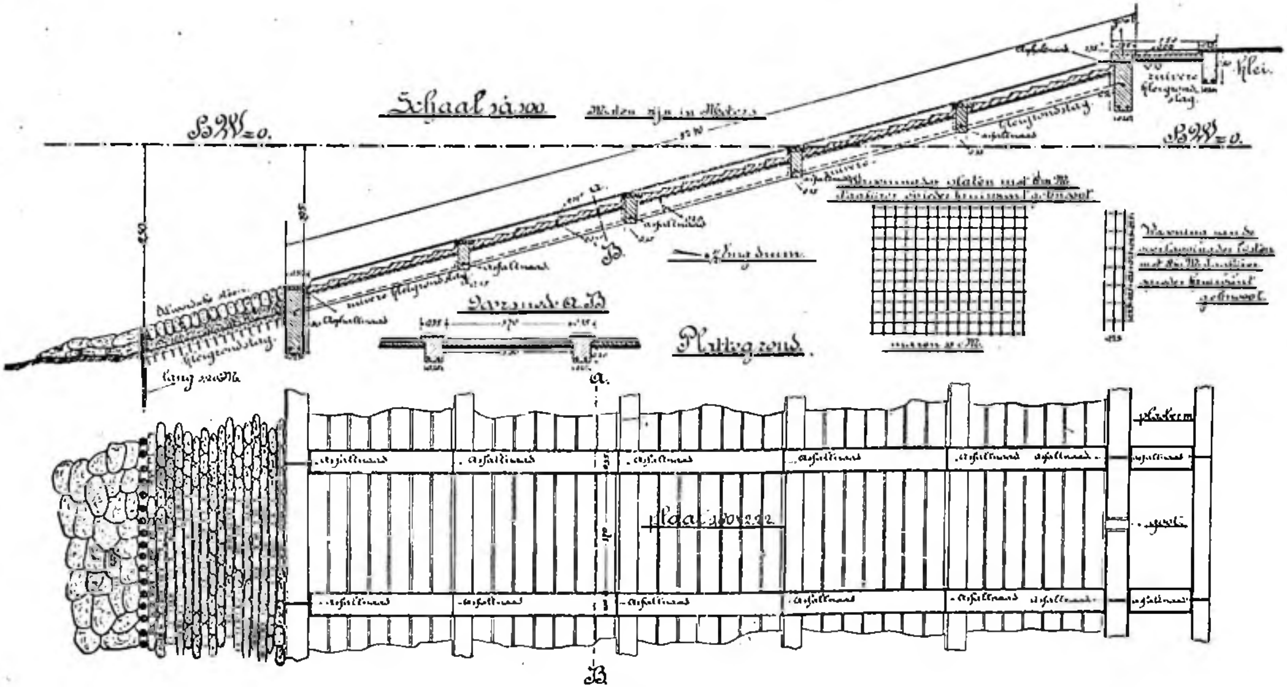


Fig. 89.

kan tot dit doel een z.g. spijkerglooiing worden gebezigd. Afvoergootjes in den topbetonbalk voeren het tusschen de flenzen der balken verblijvende water over de glooiing af.

In verband met de wenschelijkheid, een betonglooiing geheel in den droge te kunnen maken, verdient het aanbeveling, den voetbalk eerst op ± 0.75 M. boven laagwater aan te leggen; de teen van de glooiing wordt dan op de gewone wijze met natuurlijke steen verdedigd (fig. 89).

De hierboven beschreven betonglooiing heeft ongetwijfeld vele voordeelen boven de glooiing van natuurlijke steen; ze is niet alleen financieel voordeeliger, maar bij goede uitvoering ook sterker, en zij eischt veel minder onderhoud dan b.v. een basaltglooiing, die na iederen zwaren storm moet worden aangestopt (§ 18), daar de onderlinge klemming tusschen de steenen in den regel geheel verloren gegaan is.

De vele, sinds 1905 gemaakte betonglooiingen hebben zich zeer goed gehouden, en daaronder zijn er verscheidene, die op de meest blootgestelde plaatsen zijn gelegd.

Maar... een goede basaltzuil uit een steenglooiing zal over 100 jaar nòg een goede basaltzuil zijn; zullen dan echter Ir. De Muralt's betonplaten van heden nog dienst doen? Het is duidelijk, dat van de beantwoording dezer vraag de toekomst der betonglooiingen afhangt, en wel bijzonder van die, welke tweemaal per dag door het zoute vloedwater worden beloopen. En hoewel er allerminst reden is om te dien opzichte pessimistisch gestemd te zijn, tòch is het begrijpelijk, dat velen huiverig zijn, de nieuwe glooiing toe te passen, hoezeer ze ook van de voordeelen mogen overtuigd zijn.

Zeker is het, dat gewoon P.C.-beton al spoedig zoodanig door het zeewater wordt aangetast, dat het zijn weerstandsvermogen verliest, waarom men zekere hoeveelheid tras toevoegt, waarmede goede resultaten worden verkregen. Ook is, in verband met de noodige dichtheid van het beton, om roesten van het wapeningijzer te voorkomen, een vet beton noodig. Bij zwaar aangevallen zeedijken mag het beton voor de te gebruiken platen niet schraler worden genomen dan (in maatdeelen uitgedrukt) 3½ P.C., 1 tras, 5 zand en 7 grind. Voor de balken wordt gewoonlijk het mengsel nog wat vetter gemaakt.

Bij glooiingen boven H.W., of die, welke door hun ligging slechts zelden door het water worden beloopen, kunnen schralere betonmengsels worden toegepast; toch zorge men, hiermede niet te ver te gaan.

§ **41. Kapwerk.** Op bl. 47 is er melding van gemaakt, dat men door het maken van een kap of kapwerk langs den kop eener glooiing, op den buitenberm van een zeedijk een z.g. waterkussen kan doen ontstaan; op dit waterkussen breken de overkappende golven en zoodoende wordt beschadiging van den buitenberm voorkomen.

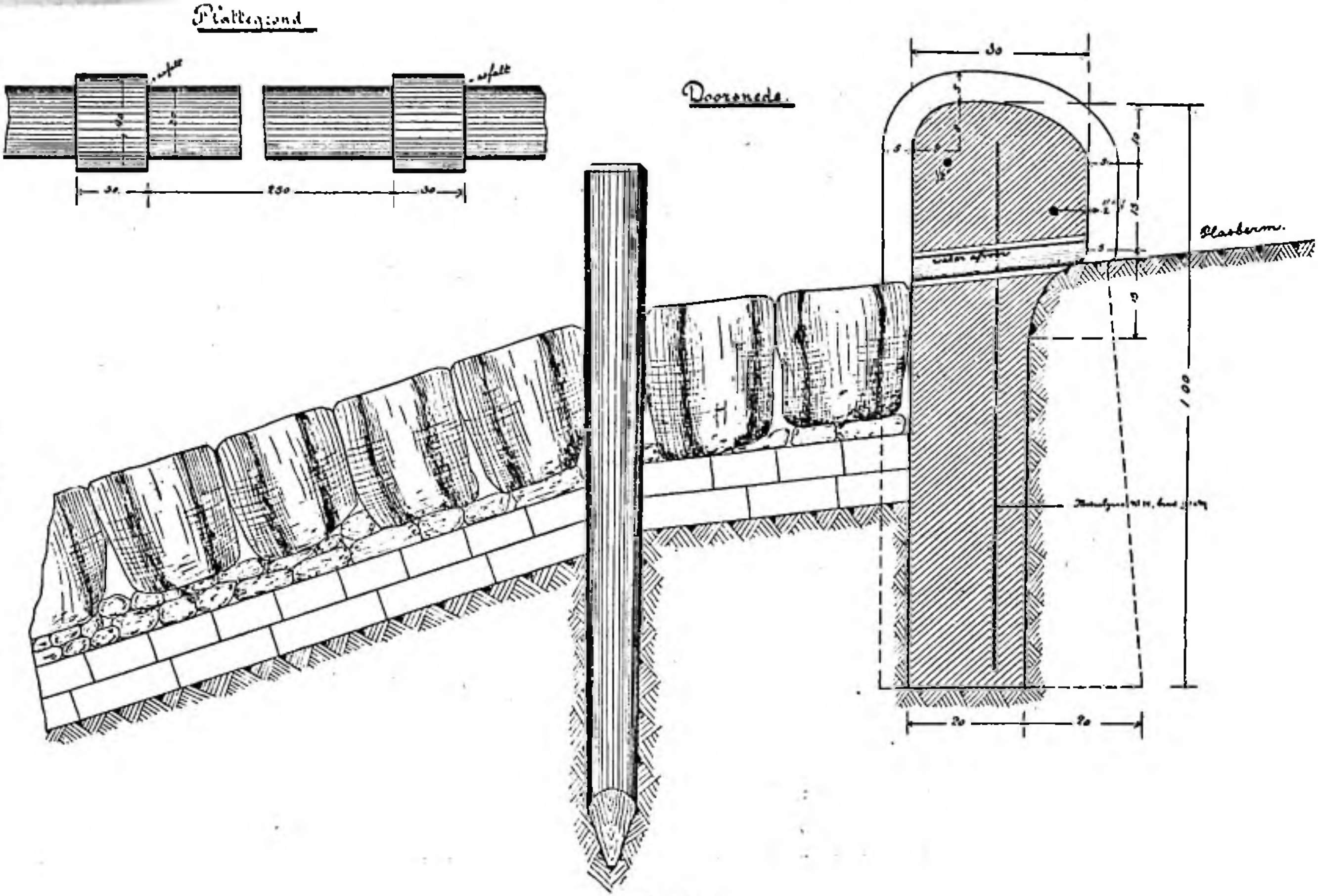


Fig. 90.

De kap, geschetst in fig. 90, is zóó hoog, dat de berm over ongeveer de volle breedte met water kan worden bedekt; om het water weer langzaam te laten afvloeien over de glooiing, is de kap van uitlaatbuisjes voorzien. Om stroomingen in de lengterichting van den dijk over den berm te voorkomen, worden er om de 20 M. lengte dwarsmuurtjes gemaakt, even hoog als de kap. Deze dwarsmuurtjes brengt men ook dàn aan, wanneer om verschillende redenen de kap niet overal even hoog is, maar trapsgewijze — over een vaklengte van 20 M. — hooger of lager wordt.

Het kapwerk bestaat uit muurmooten van een profiel, overeenkomende met dat van de figuur, en die een lengte hebben van ± 2.50 M. Tusschen deze mooten laat men openingen van 0.30 à 0.40 M., waartusschen men z.g. „lijsten" aanbrengt, die een zwaarder profiel hebben. Men vermijde daarbij, deze lijsten op eenigerlei wijze over de mooten te laten schieten of den naad af te dekken, daar hierdoor bij ongelijke zetting scheuren ontstaan. De naden tusschen lijsten en mooten kunnen worden aangegoten met asphalt.

§ 42. **Spijkergooiing.** Spijkerglooiing bestaat uit betonplaten van kleine afmetingen, die met staafjes (spijkers) van gewapend beton op het talud worden vastgehecht.

Men houde wel in het oog, dat de spijkerglooiing niet geschikt is om er zwaar aangevallen taluds mede te verdedigen; ze mag alleen worden aangebracht op plaatsen, waar ook met een lichte basaltglooiing of puinglooiing zou kunnen worden volstaan; waaruit volgt, dat ze niet dikwijls bij zeeweringen zal worden aangetroffen.

Daar de sterkte van de glooiing afhangt van den meer of minder vasten stand der spijkers in het talud, is het niet mogelijk, spijkerglooiing op een zandtalud aan te brengen; alleen op gronden, bestaande uit klei of zandige klei, is toepassing mogelijk.

De platen met bijbehoorende spijkers zijn in den handel; zoodoende wordt het maken eener spijkerglooiing zeer eenvoudig en is zij bij weinig aangevallen taluds, zooals aan meren, plassen, kanaalboorden enz., een zeer goede verdediging.

De glooiing wordt samengesteld uit platen *C*, platen *D*, spijkers *E* en banden *P* en *Q* (fig. 91).

De platen hebben afmetingen van 0.40 × 0.40 M. en zijn 0.06 à 0.08 M. dik.

De z.g. „spijkerplaten" *D* zijn aan de onderzijde, de platen *C* aan de bovenzijde van in elkaar passende sponningen voorzien; voor de goede aansluiting worden de hoeken der platen *C* onder 45° afgesnuit; zooals uit de teekening blijkt, wordt de plaat *C* aan vier zijden door de spijkerplaat op het talud gedrukt.

De betonspijker *E* heeft een lengte van minstens 0.50 M., een vierkante

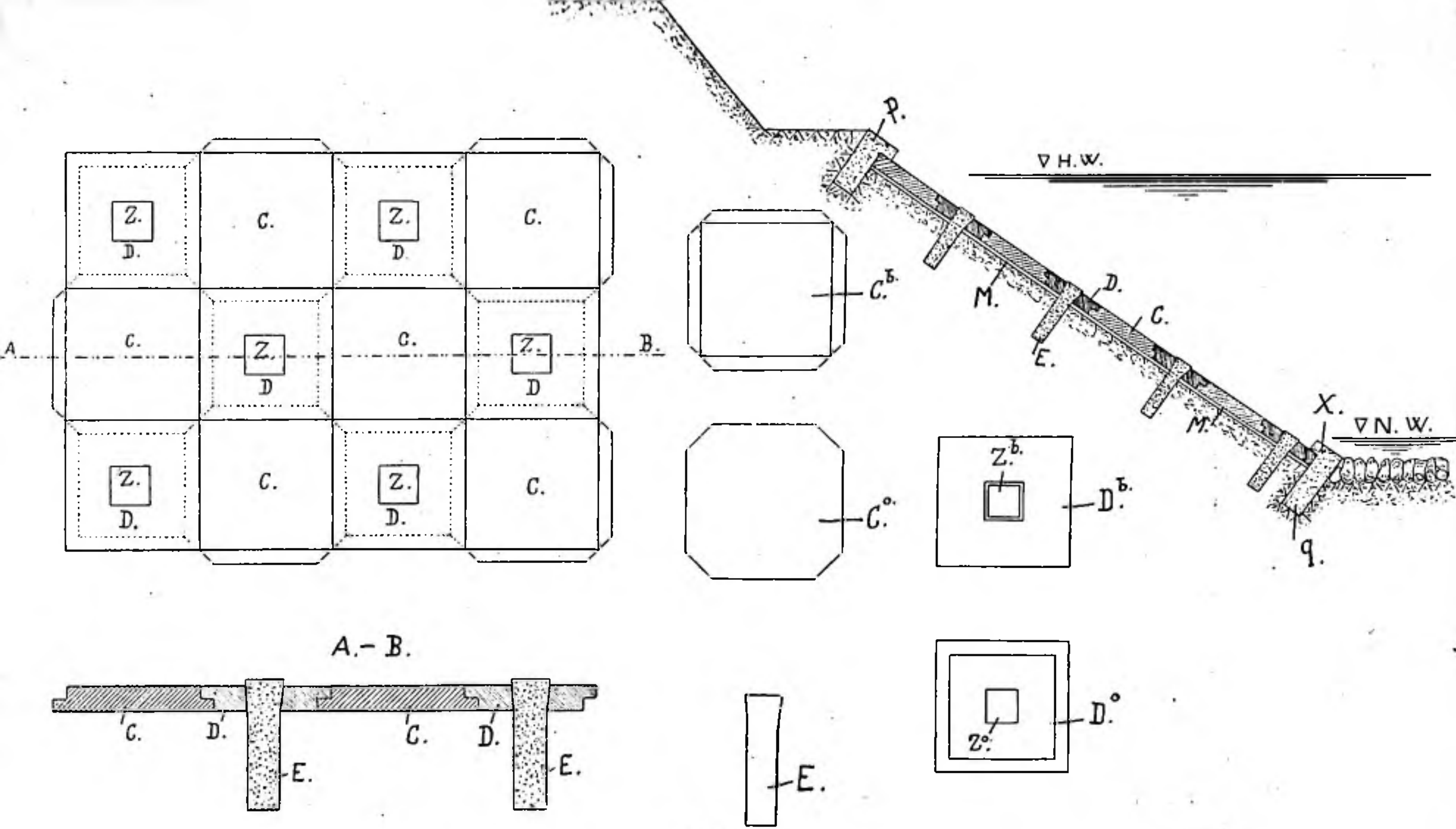


Fig. 91.

doorsnede met $\frac{1}{4}$ van de plaatbreedte als zijde, en is voorzien van een conischen kop.

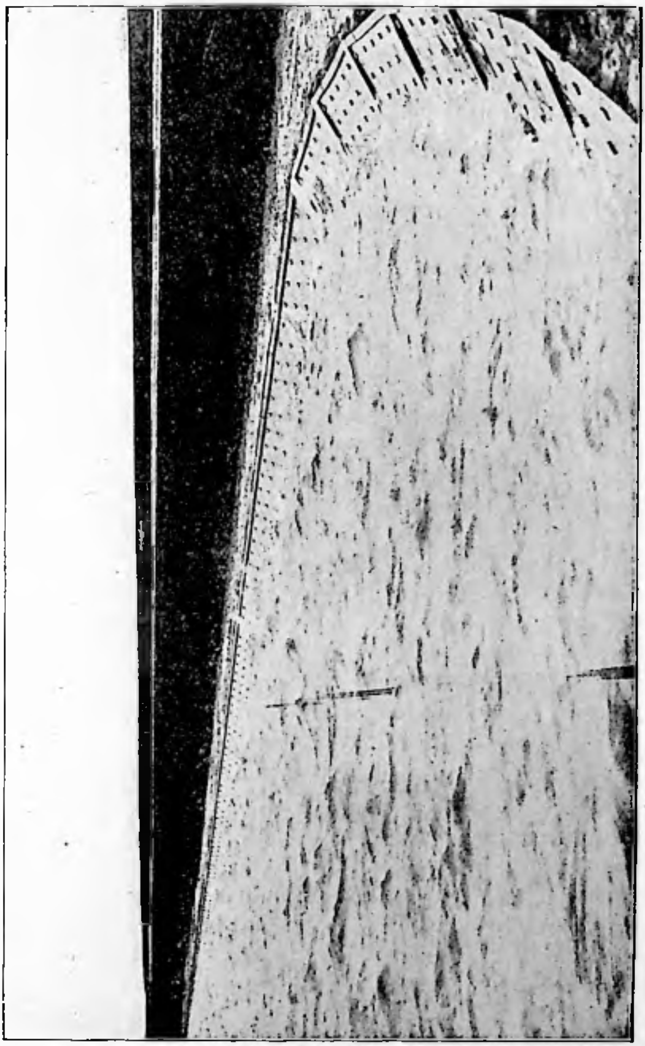


Fig. 92.

In den laatsten tijd worden de spijkers ook over het in den grond geplaatste gedeelte kegelvormig bewerkt; zij moeten dan uit den aard der zaak in het werk worden vervaardigd. Deze werkwijze is wel duurder dan de

vroeger toegepaste, maar ze geeft ook aanmerkelijk betere resultaten.

De betonbanden *P* en *Q* vormen de afsluiting aan boven- en onderzijde; zij bestaan uit stukken van 1.20 à 1.50 M. lengte, waartusschen krimpvoegen worden gelaten; de dikte is gewoonlijk tweemaal de plaatdikte, terwijl men voor de hoogte vijfmaal die dikte aanneemt.

Het beton voor de platen wordt samengesteld uit 3 cement, 5 zand, 7 grind, — alles in maatdeelen; hierbij wordt voor 't gebruik aan zeeweringen 1 deel tras gevoegd. Voor de spijkers dient het beton wat vetter te worden genomen.

Bij den aanleg eener spijkerglooiing moet de grondslag met zorg worden gevlakt en met een krammat gedekt. Eerst worden de platen *C* gelegd met de afgesnuite hoeken juist tegen elkaar sluitend, daarna de platen *D*. Vervolgens wordt met een kleine steekspade het conische gat gestoken, waarin de wapening wordt geplaatst, waarna de spijker wordt gestort.

Bij gebruik der rechte spijkers wordt eerst met de spade een klein gat gestoken, waarin een eiken paaltje wordt geslagen, dat vervolgens uitgetrokken wordt, om vervangen te worden door den betonspijker, die met een sleg voorzichtig wordt ingedreven, waarbij de kop van den spijker door het opleggen van een plankje tegen stukslaan wordt beschermd.

Fig. 92 geeft het aanzicht eener voltooide spijkerglooiing.

§ 43. **Dijksverhooging van gewapend beton.** Meermalen doet zich het verschijnsel voor, dat een zeedijk in den loop der tijden te laag wordt. De oorzaak hiervan kan verschillend zijn en moet soms aan daling van den bodem geweten worden; ook gebeurt het, dat het dijkslichaam met den onderliggenden grond zóóveel is gezakt en ingeklonken, dat de kruin niet meer de vereischte hoogte heeft; verder kan het een gevolg zijn van de hooger wordende zeestanden, die door inpoldering in het achterste gedeelte van toch al smalle zeeboezems of -armen in het leven worden geroepen.

Hoe het ook zij, een dijk, die te laag is en waarbij dus bij hooge standen het water over de kruin zou kunnen vloeien, is onbetrouwbaar en moet worden verbeterd, d. w. z. verhoogd.

Nu kan echter een ophooging van de kruin niet worden uitgevoerd, zonder tegelijk een verzwaring aan binnen- of buitenzijde aan te brengen, waaraan groote practische bezwaren verbonden zijn. Een verzwaring aan de buitenzijde is te verwerpen, omdat dan de dikwijls kostbare taludverdediging zou moeten worden opgenomen en herlegd, zoodat men in den regel zal moeten overgaan tot het verzwaren van het binnentalud, hetgeen gewoonlijk gepaard zal gaan met het verleggen van den op den binnenberm aanwezigen weg, het graven van nieuwe bermslooten enz.

Toch zal men niet mogen aarzelen, bij gebleken noodzakelijkheid tot de uitvoering dezer werken over te gaan, vooral wanneer het blijkt, dat het

dijksprofiel ook werkelijk te licht — te smal — is, zooals dit o. a. met verschillende dijken langs de westkust der Zuiderzee het geval is, of was.

Toch zijn er verscheidene zeedijken van voldoend zwaar profiel en met een voldoend breede kruin, die eenige dM. te laag zijn en waar dus de ver-

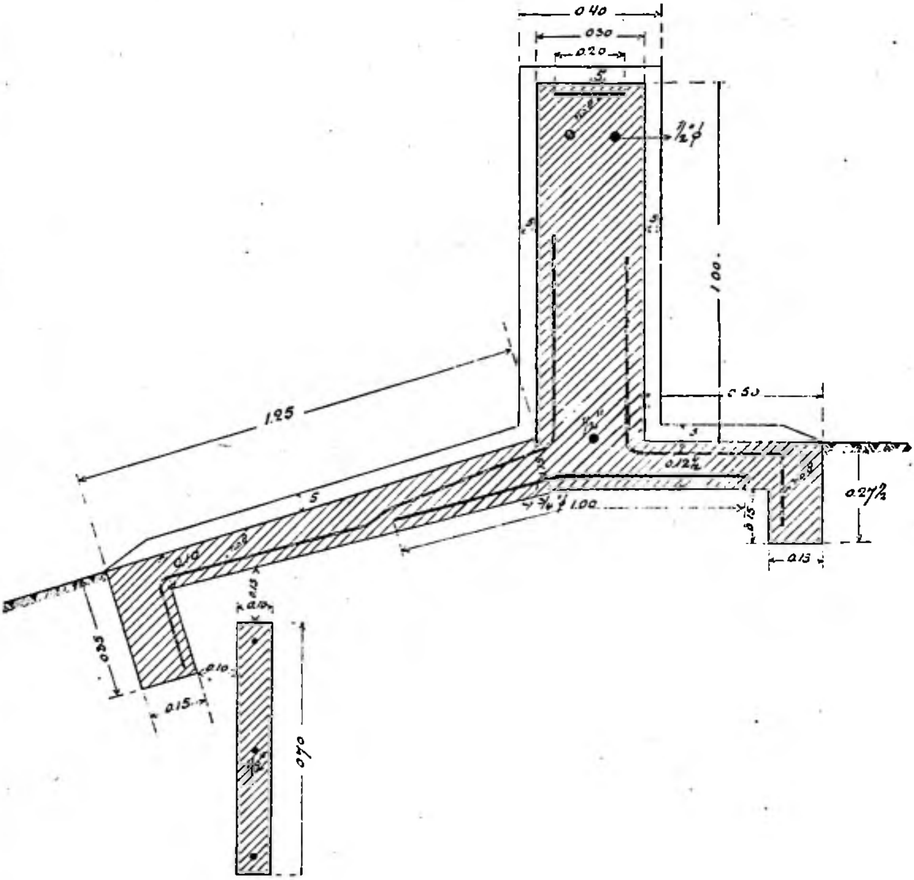


Fig. 93.

zwaring alléén zou moeten worden aangebracht om de kruin te kunnen ophoogen.

In een dergelijk geval kan de door Ir. De Muralt voor het eerst toegepaste dijksverhooging van gewapend beton tot een goede en goedkoope oplossing leiden.

De beton-dijksverhooging (fig. 93) bestaat uit een muur en een voetplaat,

die één geheel uitmaken. In verband met de bij dreigende doorbraak ont-

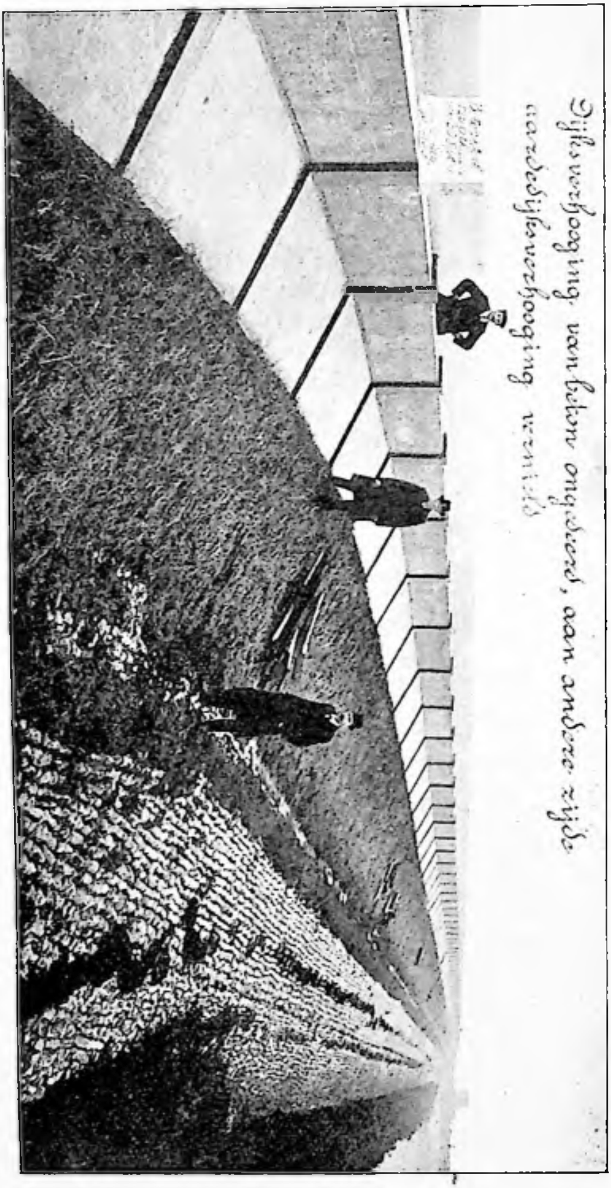


Fig. 94.

staande langsscheuren — zie § 36 — is de plaatsing zoodanig, dat de muur ongeveer boven de buitenkruinlijn komt te staan. De voetplaat eindigt haakvormig in kruin en buitenbeloop; het horizontale gedeelte is niet breeder dan 0.5 M. en ook het schuine stuk geeft men geen grootere breedte dan 1.50 à 2 M., behalve wanneer er slechts een smalle strook grond tusschen onderkant voetplaat en bovenkant glooiing zou overblijven; in dat geval sluit de voetplaat direct tegen de glooiing aan.

Men neemt het schuine gedeelte van de voetplaat niet breeder, omdat anders aan de onderzijde gevaar voor ontgronding bestaat, hetwelk teweeggebracht wordt door de afloopende golf, die, naarmate zij daalt, meer uitwerking op het talud heeft.

In verband met deze werking kan onder de voetplaat een plaat van gewapend beton op z'n kant worden geplaatst; daarbij voorkomt men, dat bij beschadiging van het talud de grond onder de plaat wordt weggeslagen, waardoor de muur voorover zou vallen.

De muur heeft in verband met de hoogte een dikte van 0.20 à 0.30 M., de voetplaat is 0.10 tot 0.15 M. dik. Om practische redenen — die voornamelijk betrekking hebben op de bekisting — is de muurdoorsnede rechthoekig, hoewel theoretisch de trapeziumvorm juister is.

De wapening van muur en voetplaat bestaat uit staafijzer of metaalgaas, ook wel uit een combinatie van beide. Met het oog op het aldaar bestaande gevaar voor breuk, wordt de wapening bij de aansluiting van muur en plaat zwaar genomen.

De muur wordt gemaakt in mooten ter lengte van 2 à 3 M., waartusschen open vakken van 0.30 à 0.50 M. worden gelaten, die later worden gevuld met mooten van zwaarder profiel en waarbij weer op de gewone wijze krimpvoegen worden gespaard.

Ook hier wordt het werk niet afgepleisterd, maar na genoegzame opstijving, evenals de glooiingplaten en -balken, met het houten schuurbordje behandeld.

De haakvorm van den muur maakt het mogelijk, met een betrekkelijk lichte constructie den dijk op doelmatige wijze te verhoogen; daar de voetplaat breeder is dan de muurhoogte, is ook de druk van de waterschijf op de plaat grooter dan op den muur, zoodat deze niet naar de binnenzijde kan omkantelen.

Uit den aard der zaak kan ook een dijksverhooging van gewapend beton alleen op kleigrond worden uitgevoerd; soms wordt onder de voetplaat een bekramming aangebracht, maar dit is in den regel niet noodig.

Fig. 94 vertoont een voltooide dijksverhooging.

§ 44. Staketwerken van gewapend beton. Het ligt voor de hand, dat, toen eenmaal de toepassing van gewapend-betonglooiingen ingang begon

te vinden, men trachtte de veelal onmisbare houten paalrijen of staket-

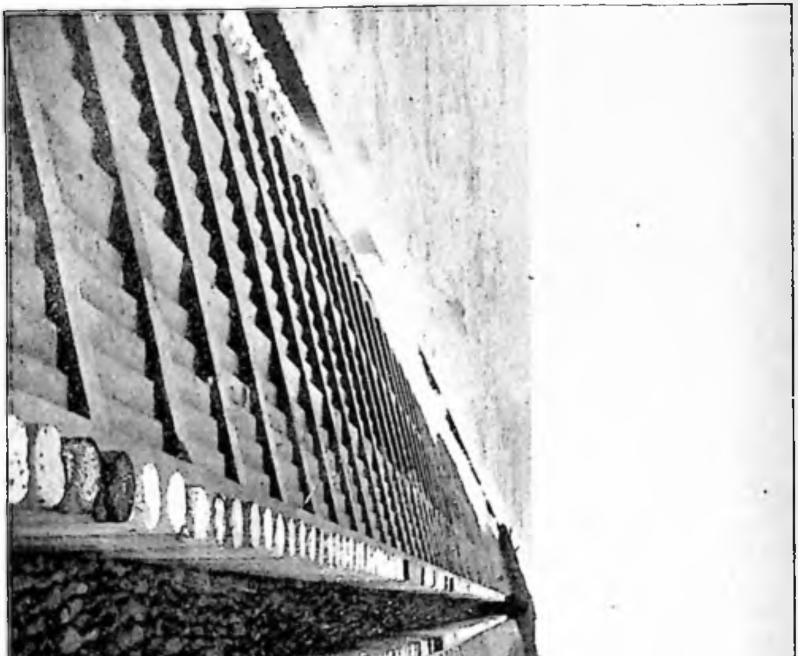


Fig. 95.

werken te vervangen door een meer duurzaam constructie. Als gevolg

hiervan verschenen de paalrijen of staketwerken van gewapend beton.

De palen zijn lang 4 à 5 M. en 0,20 à 0.25 M. dik; ze worden — evenals een kolom — in loodrechten stand vervaardigd. De wapening bestaat uit een buisvormig opgerold stuk metaalgaas òf uit 4 staven van 12 mM. dik. De mengverhouding voor het beton is 4 P.C., 5 zand, 1 tras en 8 grind.

Het plaatsen der palen vordert veel arbeid. Met het oog op scheuren van het bovengedeelte is inheien te gewaagd; daarom wordt eerst een houten paal van ongeveer dezelfde afmetingen als de betonpaal ingeslagen, welke onmiddellijk wordt uitgetrokken en vervangen door den betonpaal, die door middel van een langen zwaren hefboom naar beneden wordt gedrukt.

Om één of meer paalrijen in een betonglooiing te kunnen plaatsen, moet die glooiing onderbroken worden door een strook van zoodanige breedte, dat de palen behoorlijk kunnen worden geplaatst (zie fig. 95); de strook wordt dan beglooid met niet te groote steenstukken, om de palen vast te kunnen aanstoppen. Inklemming der palen, b.v. tusschen twee betonbalken der glooiing, is te verwerpen, omdat dan de palen de noodige beweeglijkheid zouden missen bij hevigen golfslag; deze te vaste stand zou ongetwijfeld tot beschadiging leiden.

§ **45. Strandhoofden van gewapend beton.** Ook strandhoofden kunnen van gewapend beton worden vervaardigd; in den regel neemt men alleen het lichaam van het hoofd van dit materiaal, terwijl de plasbermen, die ontgronding door overstortend water moeten voorkomen, gevormd worden door een glooiing van basalt of Vilvoordsche steen, hetgeen financieel voordeelig is, daar hiervoor met oude en lichte steenen kan worden volstaan.

De constructie is overigens vrijwel gelijk aan die der trapjesglooiingen.

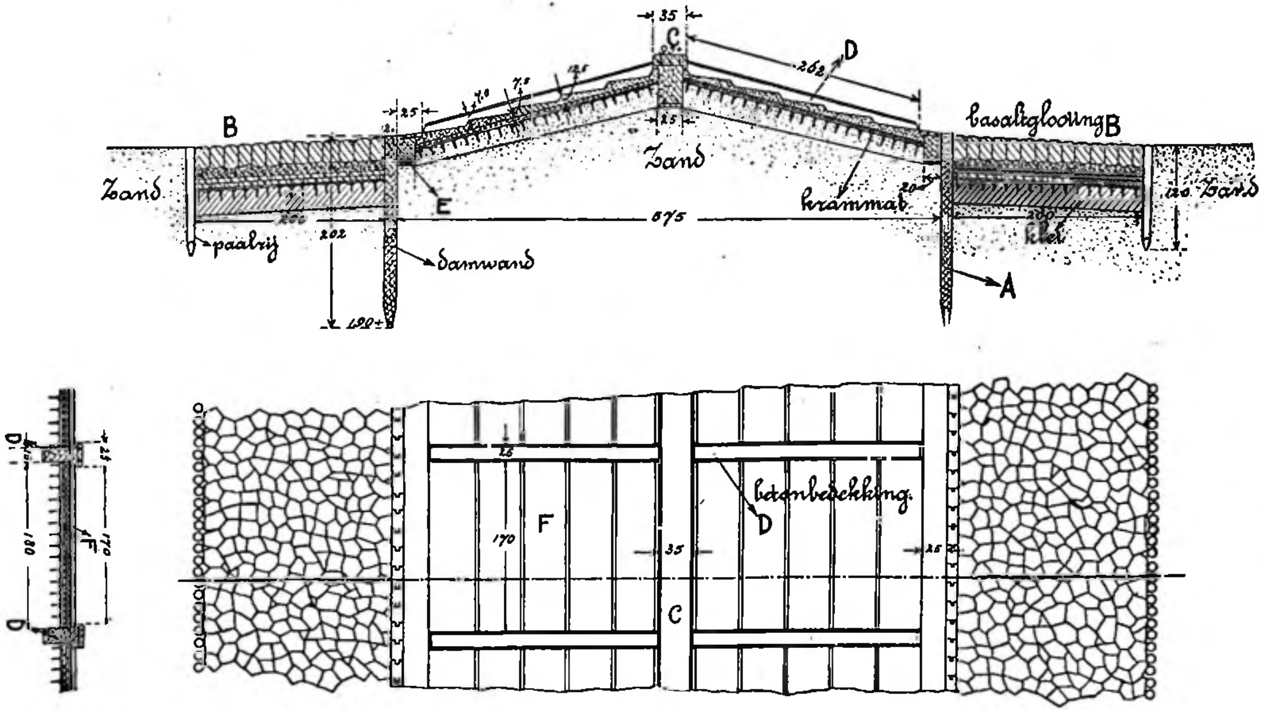
De platen worden aan de bovenzijde vlak of met trappen bewerkt, en hebben een lengte van 2 à 3 M. De kruin- en voetbalken *C* en *E* loopen evenwijdig (fig. 96), de dwarsbalken *D* vervullen dezelfde functie als bij de glooiing; men lette op de damwanden *A* van gewapend beton, die worden ingespoten en het hoofd vrijwaren voor onderloopschheid.

Fig. 97 stelt voor een strandhoofd, uitgevoerd met gladde platen.

Evenals bij de glooiingen, is het ook bij strandhoofden van gewapend beton bezwaarlijk, paalrijen als golfbrekers te plaatsen.

Deze moeilijkheid kan worden opgelost door het vergrooten der topbalkhoogte, zooals fig. 98 te zien geeft. De topbalk gaat dan over in een stevige opstaande plaat, van spleten voorzien, om de kracht van de golfbotsing te breken.

Nog een andere methode is voorgesteld in fig 99; op den topbalk zijn korte kolommen gesteld, welke van groeven zijn voorzien, waarin de gewapendbetonplaten worden geschoven, op de wijze zooals dit bij schotbalken geschiedt.



B
basaltglooiing
B
C
D
Zand
Zand
Zand
paalrij
damwand
E
krammat
klei
A
F
betonbedekking
C
D

Fig. 96.



Fig. 97.

Hoewel geenszins onmogelijk, is het om financieele redenen bezwaarlijk,

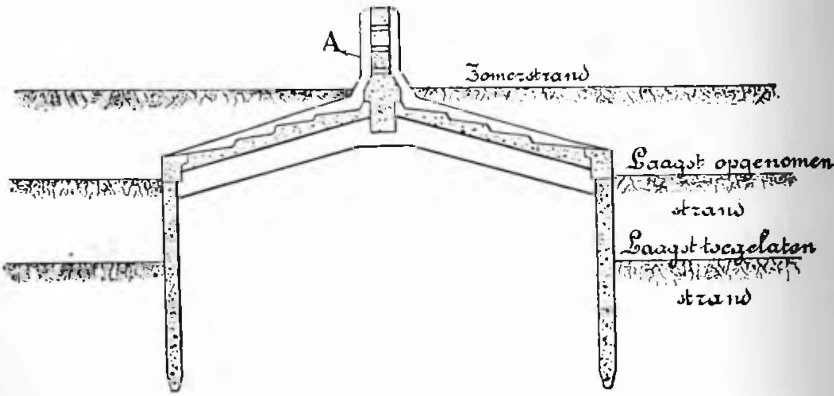


Fig. 98.



Fig. 99.

de strandhoofden ook onder laagwater van gewapend beton te vervaardigen; daarom volgt men gewoonlijk beneden dat peil de oude werk-

wijze met zwaar bestorte zinkstukken, om eerst daarboven over te gaan tot de betonconstructie.

Op overeenkomstige wijze als strandhoofden worden ook leidammen en zeehoofden van gewapend beton vervaardigd.

§ 46. **Zinkstukken van gewapend beton.** Een zinkstuk van gewapend beton bestaat uit een aantal platen, van dit materiaal vervaardigd, die

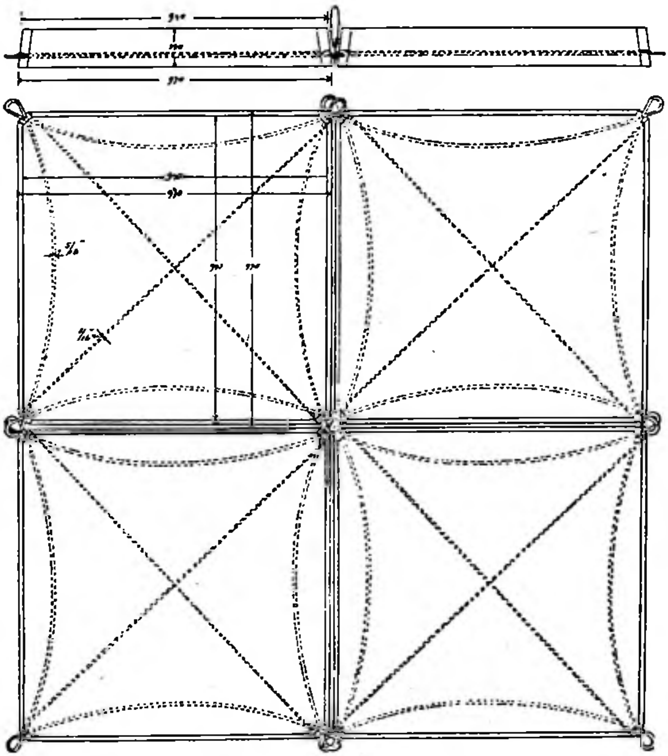


Fig. 100.

zoodanig aan elkaar zijn verbonden, dat iedere plaat vlak op den onderzeeschen oever kan rusten.

De platen of zinkblokken zijn 0.97 M. in 't vierkant en hebben voor normale gevallen een dikte van 0.12 M.; deze maat kan naar omstandigheden verminderd of vermeerderd worden. Het gewicht van een normaal zinkblok bedraagt ongeveer 250 K.G., zoodat men verzekerd is, dat, mocht later de

verbinding met de nevenliggende blokken verloren gaan, het losliggende blok niet door stroomschuring kan worden verplaatst.

De wapening der blokken (zie fig. 100) bestaat uit rand- en kruisstaven, resp. dik 8 en 5 mM. De randwapening steekt aan de hoeken van het blok uit en is daar oogvormig omgebogen. Bij de samenkomst van vier hoekpunten komen dus ook vier oogen bij elkaar, waardoor een bout wordt gestoken. Om de twee knooppunten wordt door de vier oogen een oogbout aangebracht, waaraan later het stuk wordt opgehangen.

Het aanmaken der blokken geschiedt gewoonlijk op het duinzand, zonder

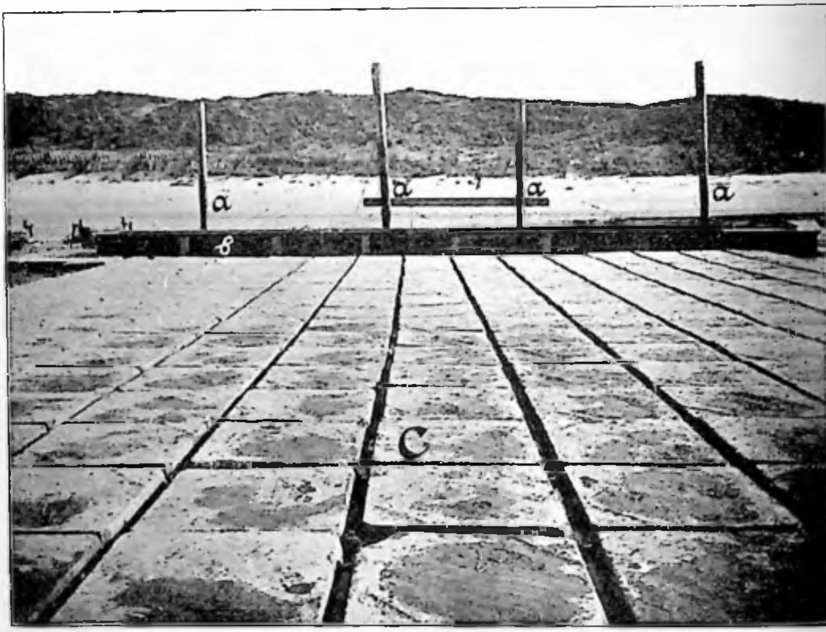


Fig. 101.

houten vloer, in losse, conisch bewerkte houten vormen. Zoodra het blok genoegzaam is opgestijfd, wordt de vorm verwijderd, waardoor de verharding bevorderd wordt. Na behoorlijke versteening worden de blokken naar de montage-plaats vervoerd, waar ze worden uitgelegd en waar de bouten door de knooppunten der wapening worden aangebracht. Als montage-plaats kiest men een vlak, droog strand, bij gemis hiervan een schor of slik, dat met rijshout wordt belegd, welke rijsbedekking wordt geëffend door het spannen van ijzerdraden, die door korte paaltjes op den grond worden neergedrukt.

Zoodra de zinkblokken op de montage-plaats (fig. 101) zijn uitgelegd en de gewone en oogbouten zijn aangebracht, is het stuk gereed om te worden gezonken. Het is duidelijk, dat dit zinken veel meer moeilijkheden oplevert dan bij een rijszinkstuk, dat eenvoudig naar de plaats van zinking gesleept wordt. Een betonzinkstuk moet echter gedragen worden naar de plaats van zinking. Voor groote zinkwerken heeft men daartoe speciale, van staal vervaardigde „*drijvers*" of „*pontons*" geconstrueerd, bestaande uit twee aan elkaar verbonden platte bakken. Om de 2 M. zijn in dek- en bodemplaten, door ijzeren kokers verbonden, gaten gespaard, waardoor de zinklijnen worden gevoerd (zie fig. 102). Zooals de fig. te zien geeft, loopen de zinklijnen over schijven, verbonden aan een as, waarop een wormwiel is gemonteerd. Loodrecht op deze assen en onder de wormwielen loopt een lange as, waarop een gedeelte schroefdraad is aangebracht, juist onder de wormwielen. Iedere lange as wordt door een dubbelwerkende lier in beweging gebracht. Wanneer nu de lange assen met even groote snelheid worden gedraaid, zullen dus ook de zinklijnen worden op- of afgewonden. De gelijkmatige beweging der assen wordt verkregen, door de lieren met schakelkettingen te koppelen.

Om nu een op de montage-plaats gereedgemaakt zinkstuk te vervoeren, gaat men als volgt te werk.

Op afstanden van 24 M. worden naast het uitgelegde zinkstuk jukken geslagen, lang 18 M., bestaande uit dicht bij elkaar geplaatste palen, waarover zware slooven zijn aangebracht. Deze jukken moeten zooveel draagvermogen hebben, dat zij veilig met het gewicht der drijvers, vermeerderd met dat van het zinkstuk, kunnen worden belast. De bovenkant der slooven komt op 0.60 à 0.80 M. beneden H.W.-peil. In plaats van uit palen en slooven, kan men het juk ook doen bestaan uit een rij houten kisten, die met zand worden gevuld en met een houten deksel afgesloten.

Aan de landzijde van het meest nabij de zeewering staande juk worden eenige flinke meerpalen ingeslagen; hieraan wordt de drijver vastgemeerd, na met H.W. boven de jukken gevaren te zijn. Naarmate het water zakt, komt de drijver meer op de jukken te rusten, en zoodra nu het zinkstuk bloot komt, worden de zinklijnen met haken aan de overeenkomstige knooppunten van het stuk bevestigd. Aan den haak is weer een dun lijntje verbonden, om hem na afloop van de zinking uit het oog van den knooppuntbout te kunnen wippen; daarom ziet men in fig. 102 door iederen koker twee lijnen gaan.

Na de verbinding der zinklijnen worden de lieren strak aangedraaid, om te voorkomen, dat bij het bewegen van den drijver bij opkomenden vloed de aan de zinklijnen bevestigde haken uit de oogen schieten; zoodra nu het water voldoende gewassen is, komt de drijver weer vrij van de jukken en



Fig. 102.

wordt het zinkstuk door het aandraaien der lieren tot tegen den bodem van den drijver opgetrokken.

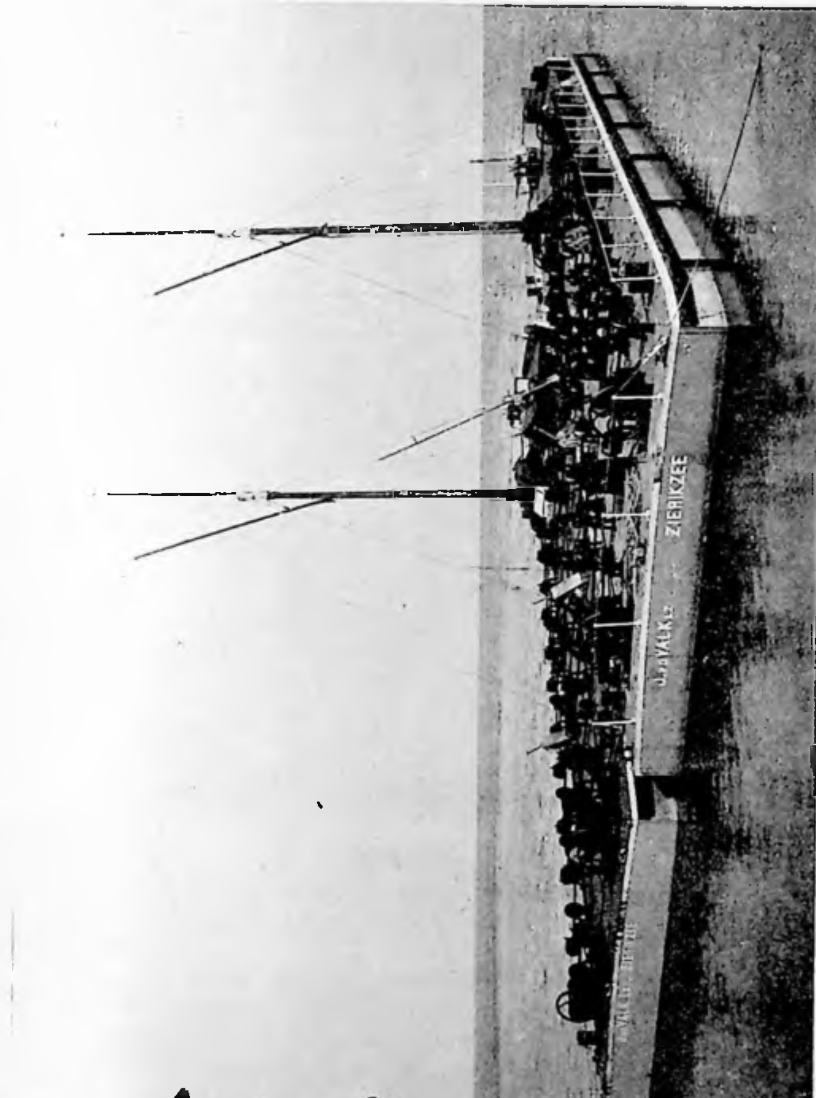


Fig. 103.

Een sleepboot vervoert nu den drijver met het daaronder hangende

zinkstuk naar de plaats van zinking. De drijver wordt, zooals dit voor rijszinkwerken beschreven is, zuiver in de raai gelegd, en op een gegeven teeken worden de lieren gelijkmatig afgedraaid, waardoor het stuk op den bodem wordt neergelegd. Nu springt duidelijk het voordeel in 't oog, dat deze werkwijze heeft boven de methode, die bij het zinken van een rijzenzinkstuk wordt gevolgd. Zoodra dit stuk begint te zinken, moet men het verder aan zijn lot overlaten, terwijl men een betonzinkstuk tot op het laatste oogenblik toe geheel in de hand heeft; men kan even vóór het stuk den grond raakt, de ligging van den drijver nog verbeteren; zelfs is men In



Fig. 104.

staat, een reeds gezonken stuk, dat na het ophalen der boeien blijkt niet goed te liggen, of op den steilen oever te zijn afgegleden, weer op te nemen en te herleggen.

Zoodra de zinklijnen zijn losgemaakt en opgewonden, is de bezinking voltooid; nabestorten is onnoodig, daar de zinkblokken van zichzelf zwaar genoeg zijn en voor speciale gevallen nog zwaarder zouden te maken zijn.

De grootte der betonzinkstukken hangt samen met de grootte der drijvers; om practische redenen kan iedere ponton — ook met het oog op het transport — niet veel grooter zijn dan de in fig. 103 afgebeelde, die 7 × 22 M. oppervlakte heeft, zoodat een betonzinkstuk 14 × 22 M. groot is.

Het is dus wel noodig, dat de zinking veel nauwkeuriger kan geschieden dan bij een rijszinkstuk, omdat men voor eenzelfde oppervlakte zeker zesmaal zooveel zinkingen moet uitvoeren.

Na het voorgaande zal het duidelijk zijn, dat een betonzinkstuk ook bij hoogwater en bij vrij sterken stroom gezonken kan worden. Het beton voor de platen wordt samengesteld uit: 3 cement, 1 tras, 5 zand en 8 grind.

Fig. 104 geeft een overzicht van een werkterrein. Bij *a* liggen versch aangemaakte blokken, bij *b* staan reeds versteende en dus bruikbare blokken,

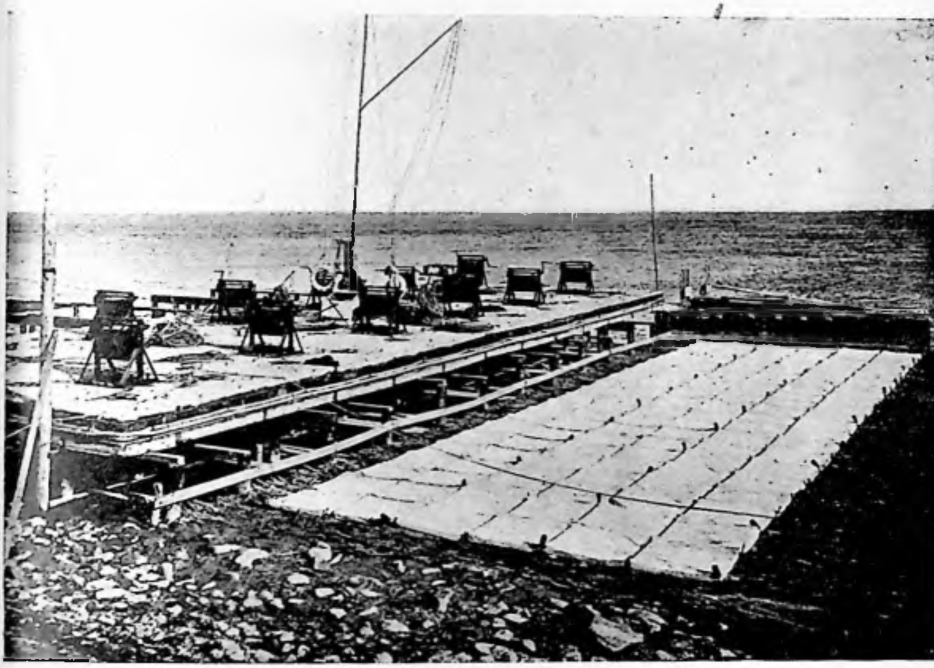


Fig. 105.

c is een stalen drijver, *c* en *d* zijn zinkstukken, die op de montage-plaats — tusschen de jukken — gereedliggen.

Het bedrijf wordt zóó geregeld, dat er altijd één zinkstuk gereedligt; zoodra stuk *c* is weggevoerd, begint men ter plaatse onmiddellijk met het uitleggen van een volgend stuk, zoodat het zinken onafgebroken kan doorgaan.

Voor het uitvoeren van kleine zinkwerken is het niet doenlijk, een stalen drijver aan te schaffen; men behelpt zich dan met een houten drijver, bestaande uit beweegbaar aan elkaar verbonden, waterdichte houten bakken,

(fig. 105), waarop de noodige lieren zijn geplaatst. Natuurlijk moet er een ander jukkenstelsel worden toegepast, om het stuk aan den drijver te bevestigen, want iedere rij bakken moet nu door een juk worden ondersteund. Daarom wordt het jukkenstelsel naast het gemonteerde zinkstuk geplaatst. Na het bevestigen der zinklijnen wordt nu H.W. afgewacht; zoodra het kistenvlot begint te drijven, wordt het door aandraaien der lieren boven het stuk gevaren, dat daarna tot tegen den onderkant van het vlot wordt opgehaald en verder op de beschreven wijze aan den grond gebracht.

HOOFDSTUK IX.

WERKEN TEN DIENSTE VAN DE SCHEEPVAART.

§ 47. Verlichting en betonning. Wanneer een schip in volle zee is, wordt iederen dag langs astronomischen weg de plaats vastgesteld, waar het zich bevindt. Er kunnen evenwel dagen voorkomen, dat deze plaatsbepaling ten gevolge van bewolkte lucht enz. niet kan worden uitgevoerd en men haar met behulp van den gevolgden koers moet afleiden uit vorige plaatsbepalingen. Natuurlijk is de laatste wijze van werken niet nauwkeurig en kan deze, vooral in de nabijheid van de kust met de daarbij aanwezige zandbanken, ondiepten en stroomingen, gevaar opleveren voor de veilige vaart van het schip.

Het is dus noodig dat men in staat is, vanaf het schip nauwkeurig vast te stellen, waar men zich bevindt. Overdag bieden hiertoe markante punten van de kust, torens, vuurtorens, bepaalde duinformaties, lichtschepen en verkenningstonnen gelegenheid; des nachts komen daarvoor in aanmerking de krachtige, op grooten afstand zichtbare lichten der vuurtorens, lichtschepen en lichtboeien, terwijl bij mist de meest belangrijke punten door onderscheidene geluidsignalen worden kenbaar gemaakt.

In fig. 106 zijn aangegeven de plaatsen der lichtschepen en vuurtorens langs onze kust, met behulp waarvan de schepen veilig de kust kunnen naderen en die de z.g. primaire kustverlichting vormen; de secundaire verlichting bestaat uit minder krachtige lichten — vuurtorens, lichtopstanden en lichtboeien —, die den vaarweg in de zeegaten en tusschen de Wadden aanwijzen.

De lichtschepen en kustlichten werpen niet voortdurend een lichtbundel over de watervlakte, maar zijn zoodanig ingericht, dat zij, bij een draaiende beweging, een bepaalden tijd schijnen en vervolgens korter of langer tijd geen licht geven.

Zoo draaien de optieken der lichten te Westkapelle, IJmuiden en Terschelling, die tot de krachtigste der wereld behooren, rond met een snelheid van één omwenteling per 20 seconden; zij geven elke 5 seconden een schittering van 0.1 sec. duur en 15.000.000 H. K. sterkte.

De verschillende schitteringen en verduisteringen zijn zóó vastgesteld,

dat geen verwarring kan worden veroorzaakt en het eene licht niet voor het andere kan worden aangezien.

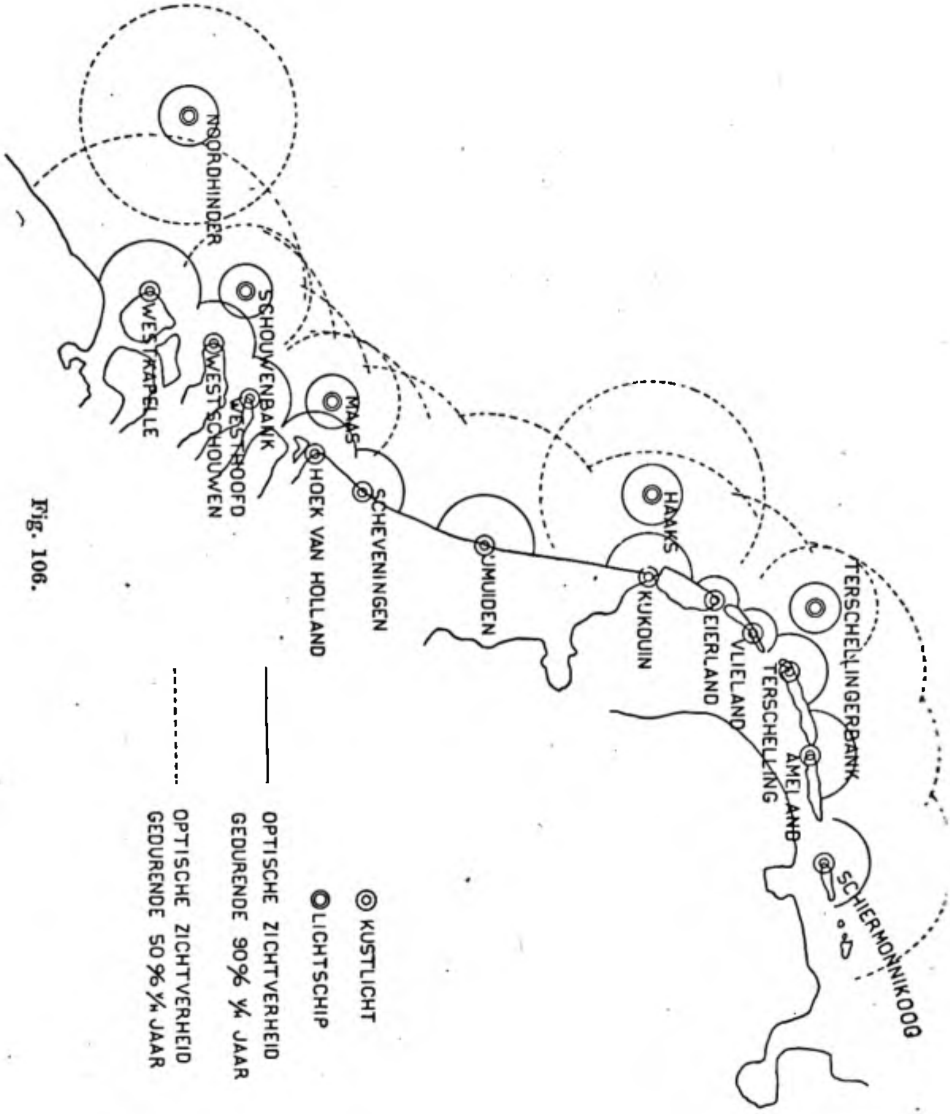


Fig. 106.

Boeien of *tonnen* dienen om den vaarweg aan te geven in nauwe geulen; ook worden ze gebruikt om het begin of het einde van een zandbank aan te

duiden, of om aan te wijzen de plaats van een wrak of onveilige plaats.

De boeien worden vervaardigd van plaatijzer en worden waterdicht geklonken of geweld. Zij hebben verschillende vormen en kleuren, om onderlinge verwarring te voorkomen, en worden verder nog van verschillende herkenningsteekenen, z.g. *topteekens*, voorzien. Fig. 107 geeft het aanzicht eener stompe ton.

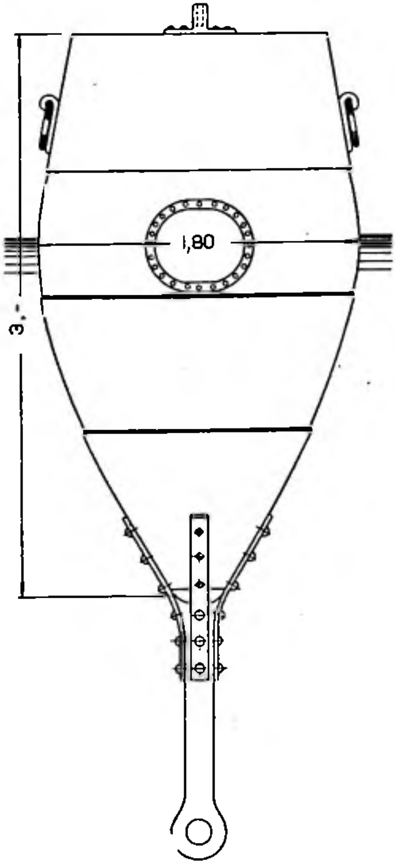


Fig. 107.

In sommige gevallen — b.v. bij ijsgang — worden de boeien vervangen door z.g. „drijfbakens"; dit zijn lange, buisvormige boeien, met een middellijn van ± 0.70 M. in het midden en van ± 0.30 M. aan de einden. Zij hebben het voordeel, niet zoo spoedig door het ijs beschadigd te worden als de boeien of tonnen.

De diameter der boeien is van 1.50 tot 3 M.; aan de onderzijde is een zware ring aangebracht, waaraan de ankerketting wordt bevestigd, die de boei op haar plaats moet houden en die verbonden wordt aan een zwaar blok natuursteen, gegoten ijzer of beton.

Fig. 108 stelt voor een ankersteen (hardsteen of graniet).

Fig. 109 een gegoten ijzeren ankerblok. De zwaarte van den steen of het blok is afhankelijk van de grootte der ton; zij wisselt af tusschen 250 en 4000 K.G.

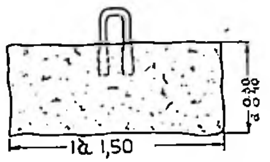


Fig. 108.

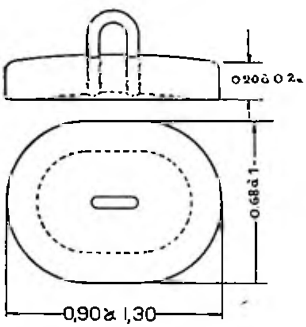


Fig. 109.

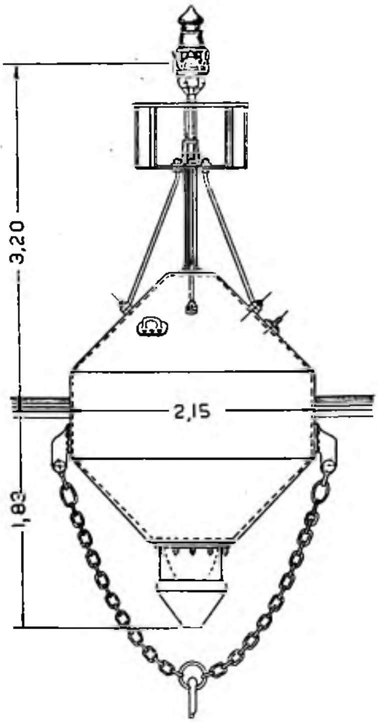


Fig. 110.

De z.g *lichtboeien* (fig. 110) zijn voorzien van een flikker- of bliksemlicht, hetwelk door een acetyleengasvlam wordt verkregen; de boei zelf doet dienst als bergplaats voor de accumulatoren, waarin het gas is opgelost en die gewoonlijk voor 6 maanden gasvoorraad bevatten.

Brulboeien zijn vooral bij mist van groote waarde; door middel van een in de boei aangebracht mechanisme doen zij met tusschenpoozen een op grooten afstand waarneembaar geluid hooren.

§ 48. **Reeden.** Onder een reede verstaat men een tijdelijke ligplaats in open zee, voor schepen, die een geschikt oogenblik afwachten om zee te kiezen, een haven binnen te varen, op nadere orders wachten, enz. Als reede kiest men een plaats, die op natuurlijke wijze beschut wordt door haar ligging in een baai of inham, of gedekt is door eilanden of zandbanken. Bij gemis van deze natuurlijke bescherming heeft men in 't buitenland wel groote golfbrekers gebouwd en op die wijze — in den regel nabij een haven — een rustig wateroppervlak verkregen, waar een enkele maal wel schepen worden gelost, overgeladen, enz.

In ieder geval moet een reede ook bij laagwater voldoende diepte hebben om de grootste schepen gelegenheid tot ankeren te geven, en een voldoend groot oppervlak, waarbij er rekening mede te houden is, dat een schip bij kentering van het getij om zijn anker draait, zoodat de schepen zóó ver uit elkaar moeten liggen, dat ze elkaar bij dit zwaaien niet kunnen raken.

§ 49. **Zeehavens.** Onder een zeehaven verstaat men een of meer door de natuur gevormde, of kunstmatig aangelegde wateroppervlakten of kommen, die door hun ligging en inrichting gelegenheid bieden tot het lossen en laden van zeeschepen. Een zeehaven behoeft niet onmiddellijk aan zee te liggen; een meer binnenwaartsche ligging, b.v. aan een benedenrivier, heeft dikwijls groote voordeelen, in verband met een betere aansluiting aan het spoorwegnet en een rustige verblijfplaats voor de schepen in stil water; daartegenover kan het bezwaar staan van de verplichting om de rivier of het speciaal voor het doel aangelegde havenkanaal op de diepte te houden, die voor groote schepen noodig is en waarvoor dikwijls uitgebreide baggerwerken noodzakelijk zijn.

Natuurlijke havens treft men aan langs rotsige kusten (Frankrijk, Engeland, Noorwegen); zij worden gevormd door een baai, inham of fjord en zijn al of niet door eilanden, rotsformaties of golfbrekers tegen storm en sterken golfslag beschut.

Kunstmatige havens vindt men in den regel langs vlakke, zandige kusten met een regelmatig verloopende kustlijn; de havenkom is door graaf- en baggerwerk op kunstmatige wijze verkregen.

Sommige havens staan in open gemeenschap met de zee, andere kunnen eerst bereikt worden na een schutsluis te zijn doorgevaren; deze laatste hebben het voordeel, dat het peil in de havens altijd op vrijwel dezelfde hoogte blijft, hetgeen gemak kan opleveren bij het lossen en laden.

Bij open havens tracht men de bezwaren, die aan steeds wisselende waterstanden verbonden zijn, te ontgaan, door sommige havenkommen door een keersluis (doksluis) af te sluiten; dit levert tijdverlies op bij het binnenkomen en verlaten van de kom, en heeft ook dit tegen, dat men

het dok alleen bij gelijk water kan binnenkomen of verlaten, tenzij men een schutsluis bouwt, die echter de kosten hoog opdrijft.

Tijhavens zijn die havens, welke alleen bij bepaalde tijen (waterstanden) gelegenheid tot in- of uitvaren bieden.

Ook naar de bestemming worden de havens onderscheiden. Men heeft handelshavens, oorlogshavens, visschershavens, vluchthavens en winterhavens.

Handelshavens worden uitsluitend ten dienste van het handelsverkeer aangelegd en moeten daarom aan soms zeer uiteenloopende eischen voldoen, vooral ten gevolge van de verschillende soorten van schepen, die er gebruik van maken, en de verschillende ladingen, die er moeten worden verwerkt; daardoor moet de aanleg dezer havens tot de meest kostbare worden gerekend.

Oorlogshavens worden alleen voor oorlogsschepen aangelegd; zij dienen niet alleen als ligplaatsen, maar men vindt er ook werven, herstelplaatsen enz.; hun aanleg en inrichting wordt verder beheerscht door verschillende factoren van militairen aard, zooals de ligging in verband met de verdediging, geschiktheid als steunpunt voor een vlootbasis, enz.

Visschershavens dienen tot ligplaats der betrekkelijk kleine visscherschepen; zij hebben gewoonlijk een slechts geringe diepte; vooral voor deze havens is in verband met de geringe grootte der vaartuigen een rustig watervlak een zeer voorname eisch.

Vluchthavens worden aangetroffen langs eenzame kusten zonder voldoende ankerplaatsen; de schepen vinden er tijdens perioden van storm en ongunstig weer een veilige schuilplaats.

Winterhavens worden gebouwd aan de Noordelijke zeeën, die 's winters vanwege het ijs onbevaarbaar zijn; zij bieden de schepen gelegenheid om te overwinteren.

Bij zeer groote handelscentra kan met één haven niet worden volstaan; men spreekt dan van een havengebied of havencomplex, waarin verschillende soorten havenkommen op voordeelige wijze zijn gegroepeerd. Iedere havenkom is dan ingericht voor schepen met bepaalde ladingen; men heeft kolenhavens, houthavens, graanhavens, petroleumhavens enz., in verband met de verschillende los- en laadinrichtingen, welke noodig zijn voor bepaalde goederen of producten.

Gewoonlijk geeft een ruime buiten- of vóórhaven, gelegenheid biedend voor het zwaaien van schepen, toegang tot de verschillende havens.

Een veilige in- en uitvaart, zoo mogelijk bij iedere weersgesteldheid, bij iederen wind en bij iederen waterstand, is een vereischte, waaraan een haven zooveel mogelijk moet voldoen. Dat deze eisch niet overbodig is, blijkt wel uit het feit, dat ongeveer een vierde gedeelte der schipbreuken plaats vindt in of nabij havenmondingen.

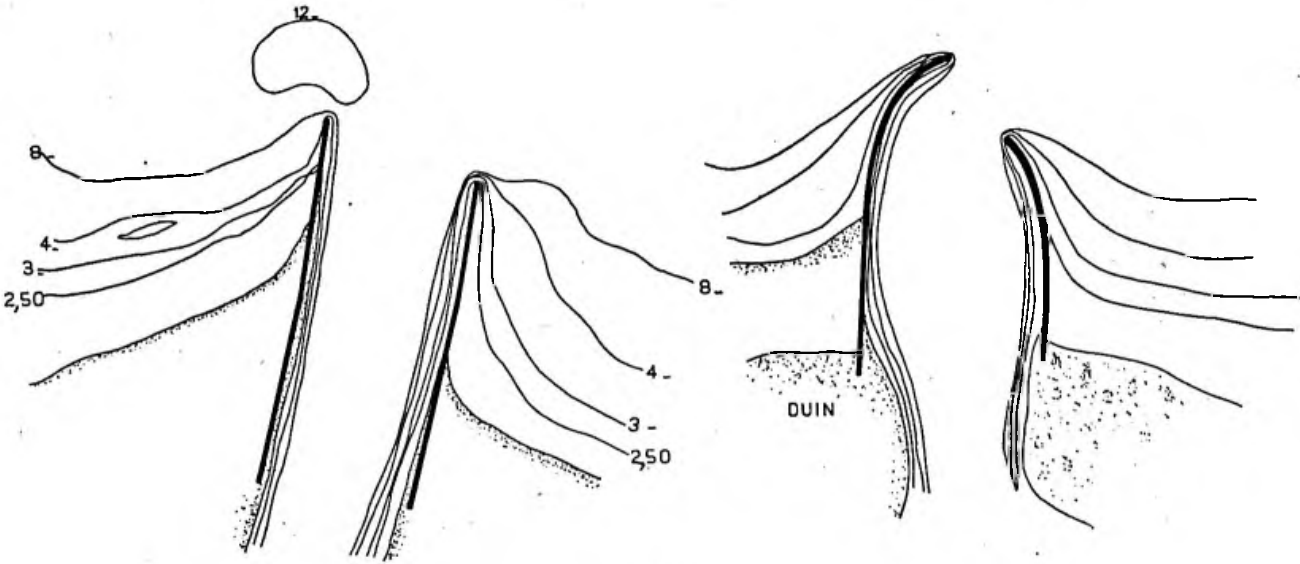


Fig. 111.

Een volgende hoofdeisch is een zooveel mogelijk rustig wateroppervlak binnen de haven en de afwezigheid van deining, waardoor schade ontstaat aan schepen, steigers enz.; dit geeft ook moeilijkheden bij het lossen en laden der schepen.

De plaats van een haven is afhankelijk van de richting van de kust ten opzichte van de heerschende (meest voorkomende) winden en stroomingen en van de nabijheid eener veilige ankerplaats als reede. Het geven van algemeene regels hiervoor is niet mogelijk; in verband met plaatselijke omstandigheden, dient ieder geval op zichzelf te worden beoordeeld.

Bij havens aan de kust wordt, mede met het oog op moeilijkheden bij de uitvoering, de eigenlijke havenkom binnen de algemeene kustlijn gehouden.

Aan onze lage, vlakke kust moet, om een behoorlijken toegang tot de haven te verkrijgen, een voldoend diepe geul worden gegraven en gebaggerd, welke geul vanaf de haven tot in diep water moet worden voortgezet.

Het ligt voor de hand, dat een dergelijke geul, zonder méér, door de stroombeweging spoedig zou verzanden; daarom worden aan weerszijden van de geul *havendammen* of *pieren* uitgebouwd, die tot in diep water reiken en ten doel hebben, de langs de kust trekkende stroomingen te verhinderen schadelijken invloed op de havengeul uit te oefenen, en om een veilige in- en uitvaart van de haven te verzekeren.

In verband met heerschende winden en stroomrichting, zijn de havendammen niet altijd even lang; dikwijls wordt één van beide door de andere gedekt, of is de eene min of meer langs de andere heen gebogen (fig. 111).

Ook zijn de havendammen gewoonlijk niet evenwijdig aan elkaar gelegd, maar zijn zij aan het zee-einde naar elkaar toe gebogen (fig. 112 en 113); daardoor vermindert de deining binnen de pieren en krijgen de binnenrollende golven gelegenheid, zich over een steeds grooter wordend oppervlak te verspreiden, waardoor zij afnemen in kracht en hoogte.

Ondanks alle voorzorgen en maatregelen is het veelal onmogelijk, verzanding van den havenbodem tusschen de dammen te verhinderen, waardoor men genoodzaakt is zijn toevlucht te nemen tot baggerwerk of tot het bouwen eener spuisluis, waardoor men in staat is, door het teweegbrengen van een krachtige zeewaartsche waterstrooming, de zandafzettingen op te ruimen.

De watervlakte tusschen de havendammen noemt men buitenhaven; daarachter liggen de binnenhavens, tusschen deze en de buitenhaven wordt soms een voorhaven of een havenkanaal aangetroffen. Zijn buiten- en binnenhaven door één schutsluis gescheiden, dan ligt deze op zoodanige plaats, dat het openen en sluiten der deuren geen te grooten hinder ondervindt van golfslag of deining.

In de buitenhaven is ook dikwijls gelegenheid tot het laden en lossen van

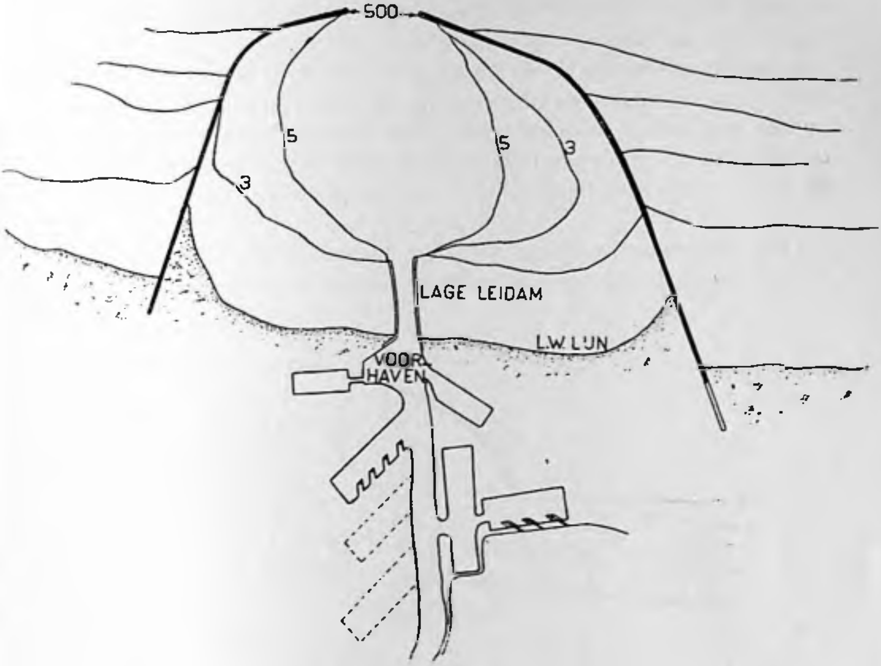


Fig. 112.



Fig. 113.

schepen; daartoe dienen kaaimuren, steigers, in verschillende materialen uitgevoerd, pontons enz.

In de binnenhavens vindt men bijna uitsluitend loodrechte wanden, gevormd door kaaimuren of steigers, en om zooveel mogelijk schepen te kunnen bergen, legt men deze niet in de lengterichting der muren, maar loodrecht of schuin daarop; hierdoor ontstaan de z.g. *tongkaden* of *pieren*, die aan weerszijden gelegenheid tot aanleggen bieden (fig. 112).

§ 50. **Golfbrekers, havendammen.** Een havendam is in bijna alle gevallen ook golfbreker, in den regel doet althans een van de beide dammen als zoo-

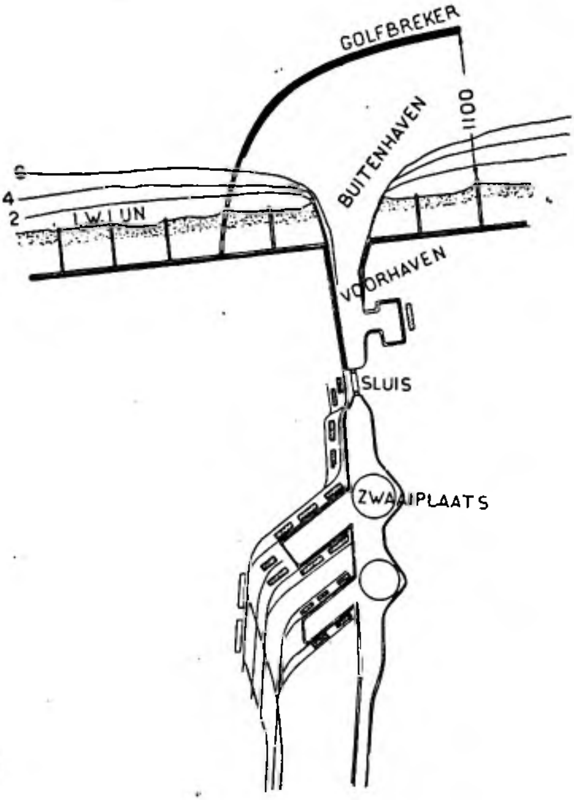


Fig. 114.

danig dienst; het omgekeerde is echter niet altijd waar, al is het voordeelig om beide functies zooveel doenlijk te vereenigen.

Golfbrekers worden dicht en open geconstrueerd. De laatste methode houdt rekening met het gevaar voor verzanding aan de binnenzijde; men bouwt daartoe zware steenen pijlers, die aan de bovenzijde door overbrugging worden vereenigd; de openingen tusschen de pijlers, waardoor vanwege de plaatselijke vernauwing een sterke stroom trekt, voorkomen verzanding, terwijl toch de golfslag wordt gebroken.

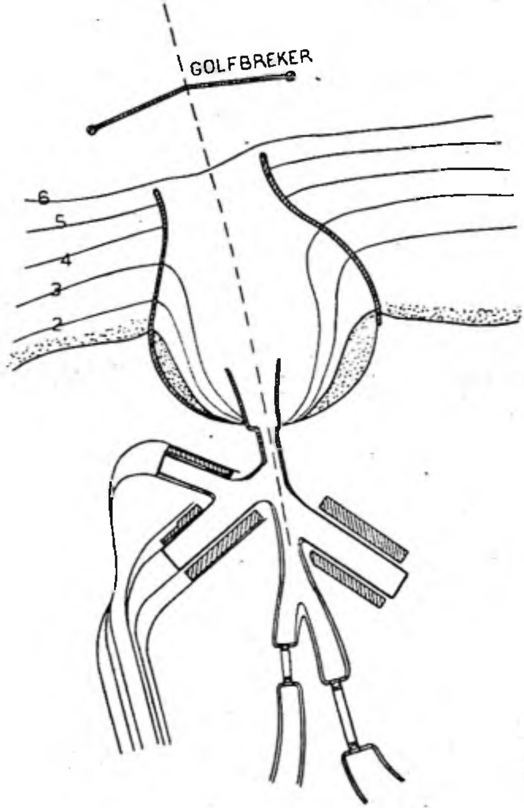


Fig. 115.

Bij in den laatsten tijd uitgevoerde golfbrekers heeft men wel de eerste 300 M. vanaf de laagwaterlijn uit overbrugde pijlers doen bestaan en verder zeewaarts den golfbreker als één geheel voortgezet (fig. 114).

In verband met windrichting en stroom kan het noodzakelijk zijn, den golfbreker dwars voor den havenmond te leggen (fig. 115).

Een zeer rationeele methode is ongetwijfeld, den golfbreker te constru-

eeren uit zware drijvende bakken van hout, ijzer of gewapend beton, op eenigen afstand van elkaar gelegd, om beschadiging te voorkomen, en die zwaar aan den bodem worden verankerd.

Bij proefnemingen met dit stelsel is men er echter niet in geslaagd, de drijflichamen voldoende te verankeren; ook ontmoette men bezwaren in verband met wisselende waterstanden.

In den regel bestaat een golfbreker uit een zware steenbestorting — zoo noodig op een breede bezinking —, die tot gewoon laagwater wordt opgetrokken; verdere verhooging vindt plaats, door op de steenbestorting pijlers of een doorloopenden muur te plaatsen, in enkele gevallen een ijzerconstructie. In verband met de bestemming, behoeft de golfbreker niet hoog boven hoogwater te reiken. De kop wordt door een vast licht of door een lichtboei aangegeven.

Havendammen worden hooger opgewerkt dan golfbrekers en dienen in de meeste gevallen tot boven den hoogsten waterstand te reiken, om in de

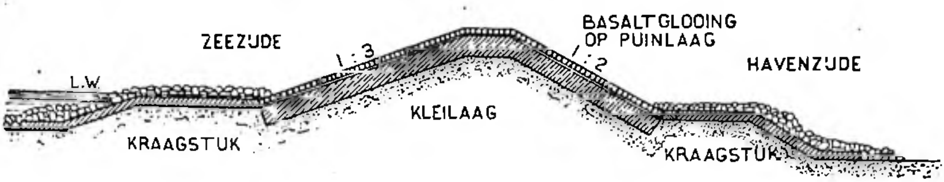


Fig. 116.

gelegenheid te zijn, ook bij stormweer den op den kop van den dam geplaatsten vuurtoren, het kustlicht, het seintoestel (semaphore) of het mistsignaal te bereiken. Deze meerdere hoogte kan men verkrijgen door een op de kruin van den dam aangebrachten loopsteiger, die van een leuning is voorzien (fig. 117), of door aan den buitenkant van den dam een borstwering te maken, die het overslaan der golven belet (fig. 123). Bij havendammen, die in steen zijn uitgevoerd, wordt soms een tunnel uitgespaard in de lengterichting van den dam.

De richting der havendammen is van velerlei omstandigheden afhankelijk, waarvan wind en stroom wel de voornaamste zijn. Men kieze haar zóó, dat zoo mogelijk de vloedstroom voorbij de haven trekt, om zandafzettingen te voorkomen.

De eenvoudigste vorm van havendam bestaat uit een dam, tot de laagwaterlijn gestort, van zand of grond, en waarvan de taluds, die flauw gehouden worden, met kraagstukken afgedekt en zwaar bestort worden. Boven laagwater worden taluds en kruin op de gewone wijze met steenglooiing

verdedigd (fig. 116 en 117). Het spreekt vanzelf, dat deze constructie slechts kan worden toegepast bij weinig stroom en geringe waterdiepte. Bij sterkeren stroom en grootere diepte kan de dam bestaan uit een zwaar bestorten rijzendam (fig. 118) of uit twee rijzendammen, waartusschen een zandstorting is aangebracht.

Bij grootere dammen, in dieper water, wordt ook deze constructie bezwaarlijk, niet het minst vanwege het enorme grondverzet en de groote aanlegbreedte op den bodem; dikwijls ook zal de stroomschuring het gestorte zand onmiddellijk weer verplaatsen. In streken, waar natuurlijke steen ruim voorhanden is en weinig kost, worden wel havendammen vervaardigd, die geheel uit een zware steenstorting bestaan, op de kruin voorzien van een loopsteiger van hout of ijzer (fig. 119).



Fig. 117.

Toch zal deze werkwijze veelal financieel nadeelig zijn wegens het groote materiaalverbruik; het is dan beter, havendammen met steile wanden te construeeren.

In houtrijke streken maakt men wel dammen, bestaande uit zware houten kisten, met een houten rooster als bodem; de kisten worden op hun plaats gevaren en door volstorten met zware steenen tot zinken gebracht. Nadat iedere steenkist zich heeft gezet, kan de loopbrug worden aangebracht (fig. 120).

Een overeenkomstige methode is, tot ruim de hoogte van laagwater twee evenwijdige, zware damwanden te heien en de ruimte er tusschen te vullen met steenen of met beton. Bij gebruik van dit laatste materiaal

verzuime men niet, op gepaste afstanden krimpvoegen aan te brengen. Boven laagwater kunnen muurtjes worden gemetseld van breuk- of bak-

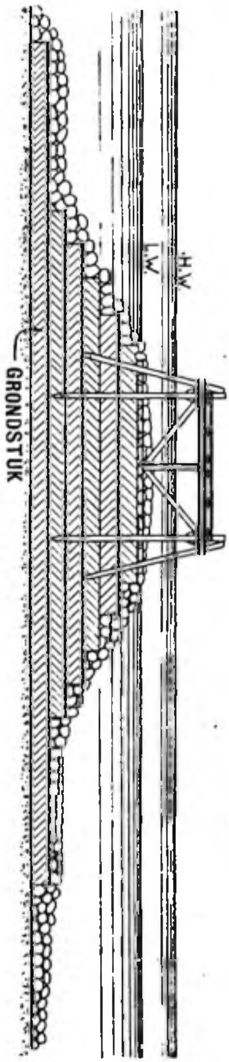


Fig. 118.

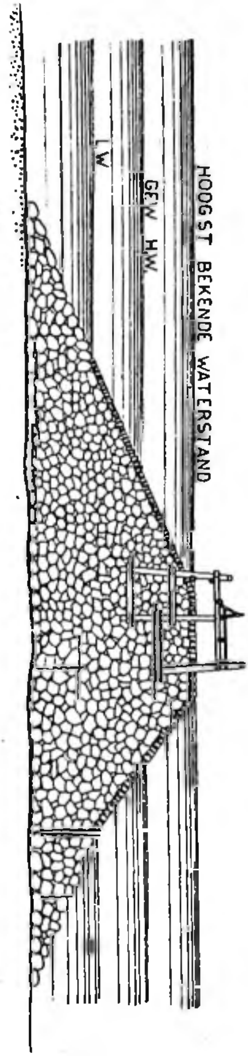


Fig. 119.

steen, waartusschen een gelijke vulling als tusschen de damwanden wordt aangebracht (fig. 121).

Een andere werkwijze is de volgende. Nadat de bodem zooveel mogelijk

geëffend is, door het vullen van gaten of door het aanbrengen eener steenbestorting, laat men met beton gevulde juten zakken op den bodem neer, die het voordeel hebben, zich naar de oneffenheden van den bodem of van de reeds neergevlijde zakken beton te voegen. Men kan laag voor laag opstapelen tot laagwater, en verder opmetselen of betonstorten. Het op de beschreven wijze gestorte beton kan uit den aard der zaak niet worden ge-

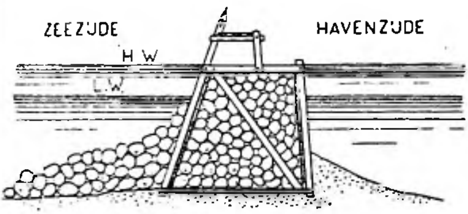


Fig. 120.

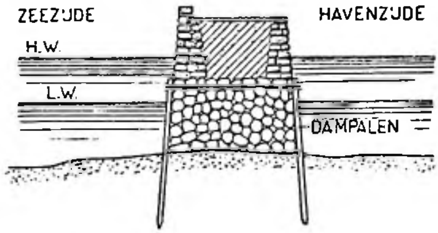


Fig. 121.

stampt en is daarom minderwaardig dan stampbeton. Men hechte er niet te veel aan, dat de onderliggende blokken door de bovenste in elkaar worden gedrukt. Dit zou wel het geval zijn, wanneer het werk onafgebroken werd voortgezet; maar bij dergelijke werken zal het dikwijls gebeuren, dat een laag verhard, misschien reeds half versteend is, vóór de volgende wordt aangebracht.

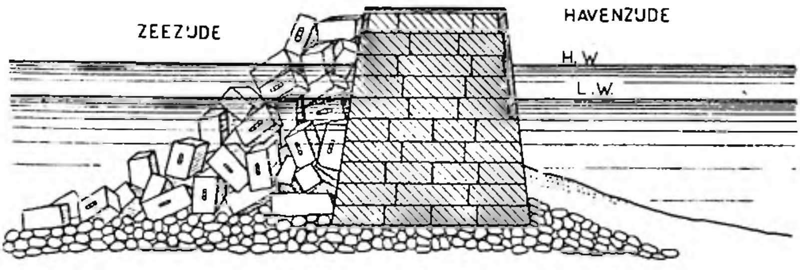


Fig. 122.

Een veel gevolgde methode is, eerst een voldoend zware steenbestorting aan te brengen; hierop wordt de dam opgetrokken, bestaande uit lagen betonblokken van voldoende zwaarte, die in verband worden opgestapeld. Men laat de blokken neer met behulp van een kraan, die op het reeds geheel of gedeeltelijk voltooide gedeelte van den dam is opgesteld; zij worden onder water door een duiker op hun plaats geschikt en zoo goed doenlijk

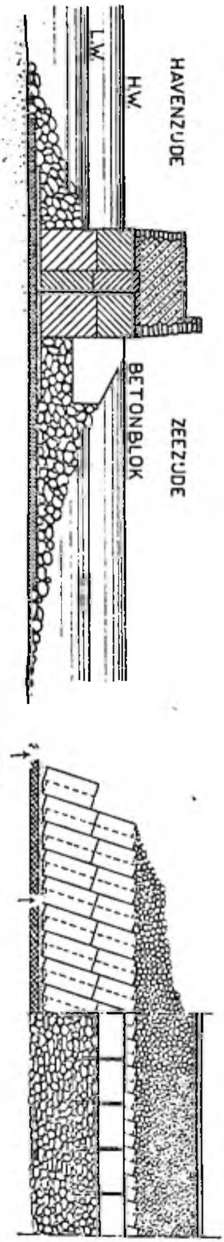


Fig. 123.

met beton aangewerkt. Boven laagwater kan de dam in den droge worden opgetrokken (fig. 122).

In plaats van de blokken in horizontale lagen op elkaar te leggen, kan men ze ook in bijna loodrechten stand, eenigszins achteroverhellend plaatsen. Men stelt ook deze blokken, vanaf het voltooide landeinde van den dam, op een vooraf aangebrachte steenbestorting, waaraan soms nog een bezinking voorafgaat. Bij een havendam van normale afmetingen neemt men gewoonlijk drie blokken in de breedte; men vermijdt doorloopende dwarsvoegen, door de middelste blokken van grootere dikte te nemen dan de buitenste, of omgekeerd; doorloopende langsvoegen ontgaat men door verspringende breedtematen; bovendien laat men de blokken met messing en groef in elkaar schuiven (fig. 123). Na zetting der blokken metselt men boven laagwater muren langs den buitenkant en vult de ruimte tusschen de muren met beton, waarvan het bovenvlak kan worden afgedekt met een gemetselde rollaag of een laag zuilenbasalt in beton.

Ten slotte is het mogelijk, den havendam te doen bestaan uit zeer groote monolieten van beton, ieder zwaar genoeg om, zonder steun van de nevenliggende, op zichzelf te staan. Men maakt daartoe groote bakken of caissons van plaatijzer of gewapend beton met afmetingen van b.v. 25 × 10 × 9 M., die op den wal vervaardigd worden. De inwendige ruimte is door langs- en dwarsschotten in vakken verdeeld.

De bakken worden drijvend naar het werkterrein vervoerd en op een vlak afgewerkte steenbestorting, door inlaten van water, neergelaten. De hoogte van de blokken is zoodanig, dat de bovenrand boven laagwater komt. Door nu vak voor vak leeg te pompen en met beton te vullen, verandert de bak in één groot betonblok. Na de plaatsing der blokken wordt de dam tot de vereischte hoogte opgetrokken. De tusschenruimten tusschen de blokken kunnen op eenvoudige wijze worden aangevuld (fig. 124).

De koppen der havendammen hebben uit den aard der zaak het meest van stroom en golfslag te lijden en moeten daarom buitengewoon zwaar geconstrueerd worden. Hoewel het bouwen van havendammen in zee tot de zeer moeilijk uit te voeren werken behoort, brengt toch het maken der damkoppen de grootste bezwaren mede en is er dikwijls veel risico aan verbonden; bovendien is men in hooge mate afhankelijk van het weder en de getijden. Bij vrijwel alle soorten van havendammen worden de afmetingen der koppen grooter genomen dan die der normale doorsnede; in den regel is dit ook noodig met het oog op de op den kop te plaatsen vuurtoren, lichtopstand enz. De steenbestorting onder den kop moet met zeer flauwe hellingen worden uitgevoerd, zoodat men verzekerd is, dat geen steenen kunnen afrollen, wat den vasten stand van den kop in gevaar zou brengen.

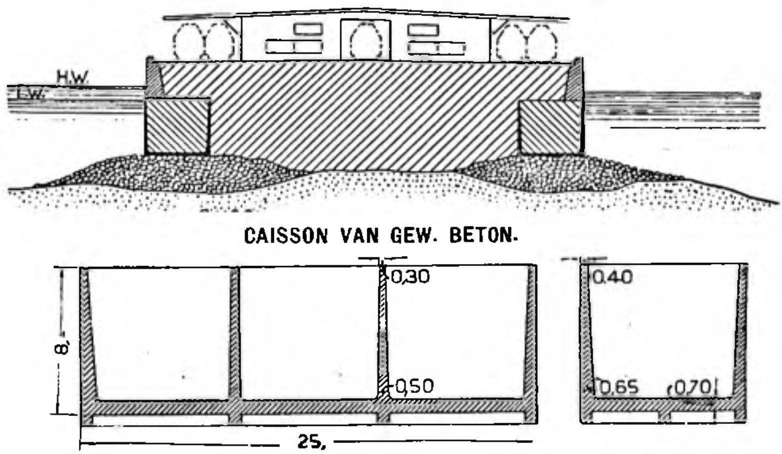


Fig. 124.

In den regel wordt, ongeacht de samenstelling van den eigenlijken havendam, het zee-einde gevormd door twee of drie groote monolieten van beton, die op de bovenomschreven wijze worden vervaardigd en geplaatst. Deze methode doet een gemakkelijk middel aan de hand om de breedte-afmetingen naar het zee-einde toe geleidelijk te vergrooten.

Het is in vele gevallen noodzakelijk, aan de zeezijde van havendammen met steile wanden een zware steenbestorting aan te brengen, om op die wijze de kracht van den golfslag te breken vóór deze den dam heeft kunnen bereiken (fig. 122, 123 en 125).

Vooral aan de koppen der dammen moeten deze blokken zeer zwaar zijn, want zijn zij te licht, dan kunnen zij door de golven worden verplaatst en richten dan groote schade aan. Men heeft daarom wel bakken van ge-

wapend beton vervaardigd, die door middel van een loopkraan gesteld — en daarna met beton werden gevuld. Op deze wijze heeft men om de koppen der havendammen te IJmuiden blokken beton geplaatst van 70 à 80 ton gewicht.

Leidammen dienen tot geleiding van den stroom. b.v. van een spuisluis door een havengeul, van een uitwateringssluis aan zee of benedenrivier enz. De constructie is dezelfde als die van eenvoudige havendammen; de gemiddelde hoogte komt overeen met gewoon hoogwater; in den regel



Fig. 125.

duikt het zee-einde tot op de laagwaterlijn en is — voornamelijk bij suatiesluizen — de aansluiting aan de zeewering hooger dan de hoogwaterlijn. Om ontgronding te voorkomen, wordt de onderzeesche bodem met een zinkstuk van flinke breedte belegd, waarop de grond- of zandstorting wordt aangebracht. In den regel wordt de kruin van den leidam met één of meer open paalrijen bezet.

§ **51. Steigers, pontons en kaaimuren.** Onder een steiger verstaat men een samenstel van palen, langs- en dwarsliggers, waarover een dek, dienende als aanlegplaats en losplaats voor schepen. Men voert een steiger uit in hout, ijzer of gewapend beton. De constructie is verschillend in verband

met de bestemming. Men heeft *loopsteigers*, alleen bestemd om er schepen aan vast te leggen en voorzien van een looppad om die schepen te bereiken (fig. 126); maar ook *los- en laadsteigers*, al of niet ingericht met sporen voor goederenwagens en kranen (fig. 127).

Verder spreekt men van *kopsteigers*, die passagiersschepen gelegenheid bieden tot aanleggen en tot het lossen van lichte goederen. Moet een kopsteiger worden gebouwd op een plaats, waar een belangrijk verschil tusschen eb en vloed bestaat, dan moet hij zoodanig worden geconstrueerd, dat het schip bij twee of drie verschillende waterstanden gemakkelijk toegankelijk is (fig. 128). Een kopsteiger is veelal niet breeder dan 6 à 10 M., en om nu het schip, dat loodrecht op de lengte-as van den steiger komt te liggen, gelegenheid te geven om te meren, worden er vóór langs den steiger zware

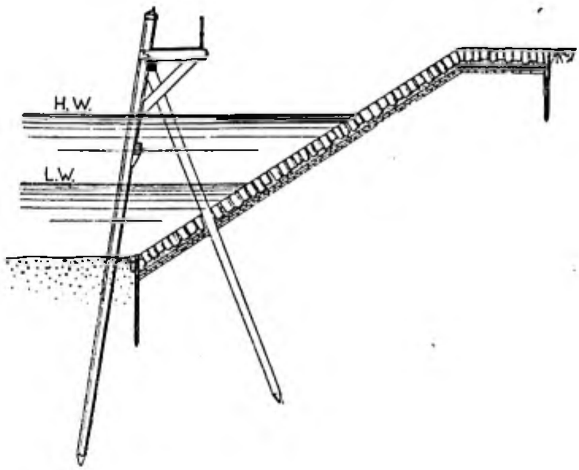


Fig. 126.

meerpalen geslagen, door gordingen en koppelingen tot één veerend geheel vereenigd. Dit remmingwerk geeft men een lengte, overeenkomende met het langste der schepen, die van den steiger gebruik maken.

Loopsteigers worden om de 20 à 40 M. lengte door eenvoudige loopbruggen met den wal verbonden.

De los- en laadsteigers worden met een z.g. plankier afgedekt, ongeveer op dezelfde hoogte liggend met de kruin van een dijk, havendam of weg. Zij moeten, ook in verband met het daarover gaande verkeer van treinen en kranen en de botsingen der door deining bewogen schepen, zwaar en stijf worden geconstrueerd en door solide remmingwerken worden beschermd.

Fig. 129 geeft de dwarsdoorsnede van een steiger van gewapend beton.

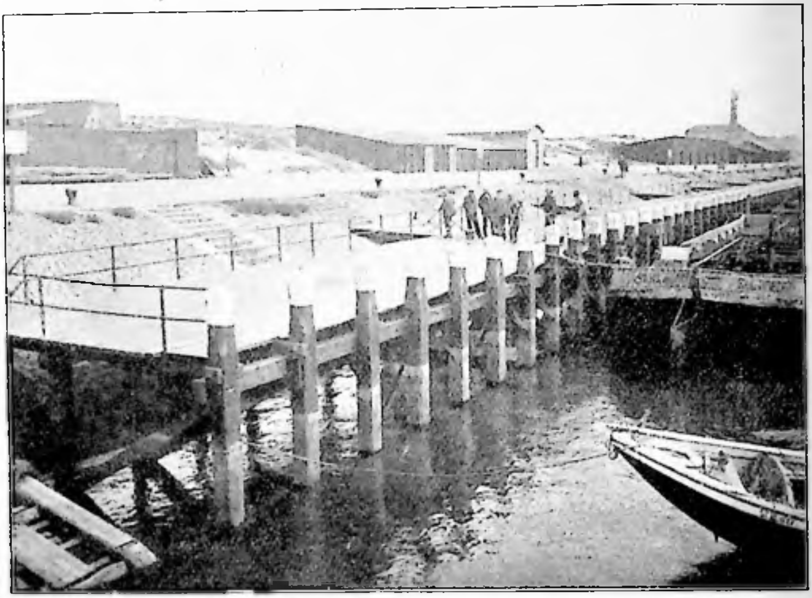


Fig. 127.



Fig. 128.

De voortdurend wisselende waterstanden maken in sommige gevallen het gebruik van steigers bezwaarlijk; daarom maakt men in open havens meermalen gebruik van *pontons* (fig. 130). Dit zijn groote drijvende bakken van ijzer of gewapend beton, door langs- en dwarsschotten in vakken verdeeld, waardoor het geheel de noodige stijfheid verkrijgt en waardoor tevens eventueele schade, b.v. door aanvaring, tot één enkel vak wordt beperkt. Om deze reden is ook de langswand, waarlangs de schepen aanleggen, dubbel genomen en wordt de buitenzijde met een zwaar houten roosterwerk of doorgaand houten schot bekleed. Het zal duidelijk zijn, dat een ponton voordeelen biedt boven een steiger, omdat het dek altijd even hoog boven water ligt. Zij is echter alleen geschikt tot het in- en ontschepen van

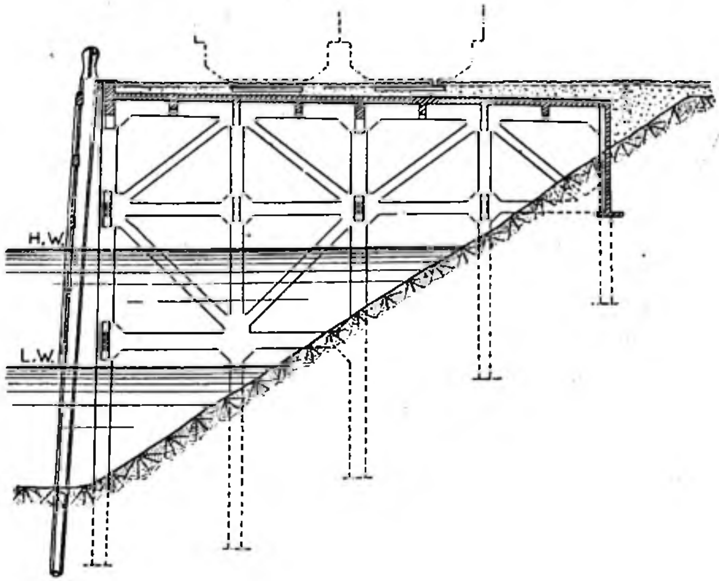


Fig. 129.

passagiers en van betrekkelijk lichte goederen. Om de ponton altijd op dezelfde plaats te houden, schuift ze op en neer tusschen zware palen, die tegelijk dienst doen als meerpaal; verder wordt ze aan den wal verbonden door scharnierend bevestigde uithouders (zware geconstrueerd ijzeren liggers), waarvan het landeinde in een gemetselde kas over rolbanen bewegen kan. Om verplaatsing in de lengterichting van de ponton te voorkomen, worden diagonaalsgewijze kettingen gespannen.

De ponton is toegankelijk door een vaste brug, gewoonlijk een vakwerk-

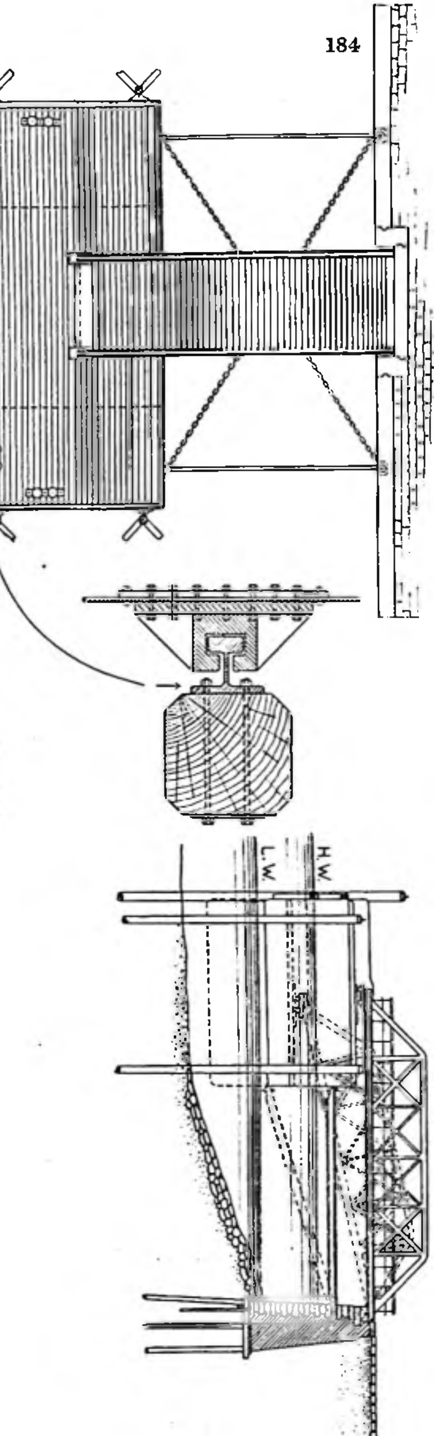


Fig. 130.

brug, waarvan de opleggingen zoodanig zijn ingericht, dat het rijzen of dalen van de ponton niet wordt belemmerd.

Kaaimuren vindt men zoowel bij open als bij afgesloten havens; bij de eerste soort verkrijgen ze dikwijls een groote hoogte, omdat er langs den muur ook bij laagwater voldoende vaardiepte aanwezig moet zijn. Men heeft er verder bij de constructie op te rekenen, dat de voortdurend wisselende waterhoogte niet zonder invloed is op den horizontalen druk, die den muur tracht te kantelen of te verschuiven. Ook vanwege de sporen, die op of vlak achter den muur worden gelegd, en in verband met de zware, achter den muur opgestapelde lasten, kunnen deze muren in den regel niet meer tot het gewone type grondkeerenden muur worden gerekend, maar eischen zij een zware constructie. Zoo mogelijk tracht men daarbij te vermijden het maken eener paalfundeering, omdat de in de lengterichting slappe heipalen door den grond-

druk kunnen doorbuigen en zelfs afbreken. Men construeert ze daarom wel op de wijze zooals voor havendammen is aangegeven (fig. 131), door ijzeren of gewapend-betonbakken tot zinken te brengen op een vooraf aangebrachte steenbestorting en door daarna den bak met beton te vullen. Vanaf den bovenrand van den bak, die tot even boven laagwater reikt, metselt men dan een muur van breuksteen, van baksteen, of men stort een muur van beton, al of niet met breuk- of baksteen bekleed. Wanneer een paalfundeering niet kan worden vermeden, voert men haar

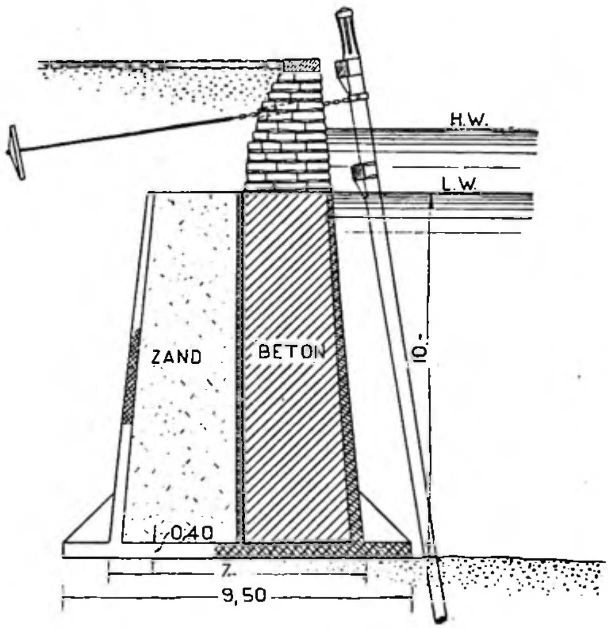


Fig. 131.

zoo sterk mogelijk uit; in den regel wordt de fundeering achterwaarts verbreed.

Ook het fundeeren met samengeperste lucht kan bij kaaimuren worden toegepast.

De muren worden beschermd door meerpalen, door gordingen, schoren, vulstukken enz., samen vormend een roosterwerk, dat voldoend ver van den muur verwijderd moet staan, om te voorkomen, dat de druk, door een schip uitgeoefend, onmiddellijk op den muur wordt overgebracht. Bij zware muurconstructies wordt hiervan wel afgeweken. Om het voorovertrekken der meerpalen te verhinderen, worden zij met ankers, die voor het gedeelte

in den muur uit een ketting bestaan, in het achterterrein verankerd met een plaat van gegoten ijzer of van gewapend beton.

Bij den bijna loodrechten vorm der scheepswanden is het zeer goed

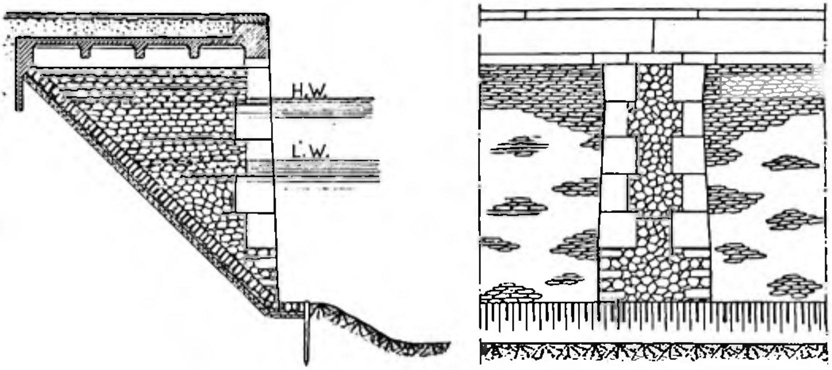


Fig. 132.

mogelijk, de meerpalen te vervangen door horizontale gordingen, die slechts weinig buiten den muur steken en aan de achterzijde rusten tegen

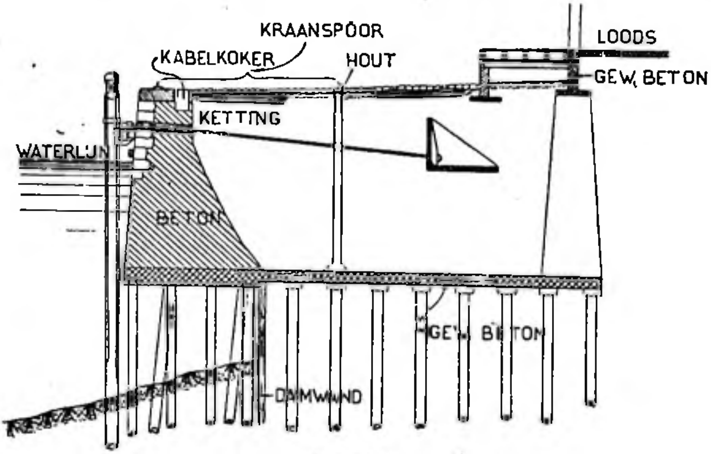


Fig. 133.

zware stalen buffers, om de uitwerking der schokkende bewegingen zooveel mogelijk te niet te doen.

Fig. 132 en 133 geven voorbeelden van uitgevoerde kaaimuren.

§ 52. **Middelen tot het bevestigen der schepen.** Het vastleggen der schepen in buitenhavens geschiedt, wegens de daaraan verbonden moeilijkheden en den gewoonlijk grooten afstand van schip tot wal of havendam, aan *meer-* of *ankerboeien.* Deze bestaan uit waterdicht geklonken, ijzeren, cylindervormige doozen of kisten (fig. 134), aan boven- en onderzijde voorzien van een zwaar ijzeren oog, voor het vastmaken van het schip en voor de bevestiging aan den bodem, die gewoonlijk door één zwaar schroefanker of door drie gewone ankers verkregen wordt. Om beschadiging van de boei te voorkomen, is zij op de waterlijn en aan de bovenzijde omgeven door een zwaren houten rand. Met de lengte der kettingen moet er op gerekend worden, dat de boei bij hoogwater niet onder de oppervlakte wordt getrokken.

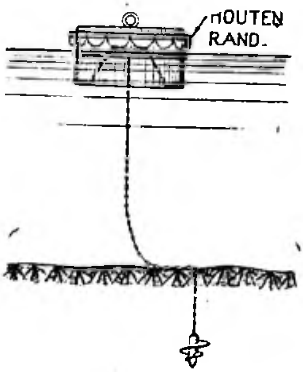


Fig. 134.

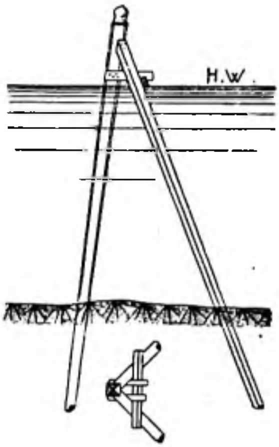


Fig. 135.

Andere middelen tot het vastleggen of verhalen van schepen zijn *dukdalven,* bestaande uit één of meer te lood ingeslagen zware palen, die door schoorpalen worden gesteund en daarmede door bouten en beugels zijn verbonden; met het oog op de hevige schokken, waaraan het samenstel kan worden blootgesteld, moet het ijzerwerk zware afmetingen hebben (fig. 135).

In den laatsten tijd vervaardigt men ook dukdalven van gewapend beton (fig. 136), waarbij een zwaar geconstrueerd houten drijfraam dient om beschadiging van het betonoppervlak te voorkomen.

Remmingwerken van verschillende lengten, tot 150 M. toe, worden gemaakt bij sluisingangen, bruggen, steigers enz.; zij bestaan uit zware palen, door gordingen gekoppeld en door schoorpalen gesteund, de palen afgedekt met gegoten ijzeren of geslagen ijzeren paalmutsen, en evenals de gordingen van stevige haalpennen voorzien (fig. 137 en 138).

De verbindingen van palen, schoorpalen en gordingen worden met bouten en

beugels versterkt; deze moeten zoodanig worden aangebracht, dat geen scherp-



Fig. 136.

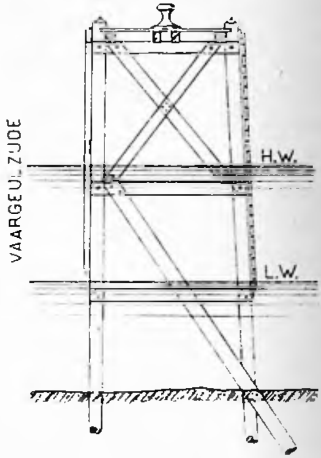


Fig. 137.



Fig. 138.

kantige ijzerdeelen buiten het voorvlak van het remmingwerk uitsteken.

Voor het zwaaien van schepen maakt men gebruik van *zwaaistoelen*; deze bestaan uit meerdere zware palen, die tegen en naast elkaar worden geheid en door zware ijzeren banden bijeen worden gehouden. De middelste paal van den bundel (koning) steekt boven de overige uit; hij wordt van een ijzeren muts voorzien en dient om er de scheepstrossen omheen te leggen. Een ijzeren trapje geeft toegang tot het bovenvlak van den zwaaistoel (fig. 139).

Langs havendammen, kaaimuren, steigers, schutkolken enz., plaatst men *meerpalen* in den vasten wal. Ze worden gemaakt van gietijzer en geplaatst

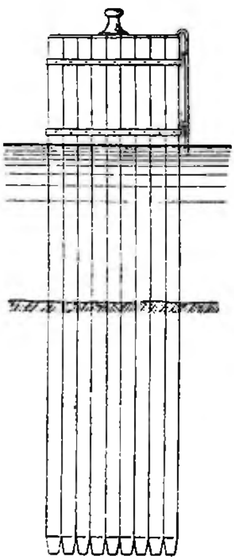


Fig. 139.

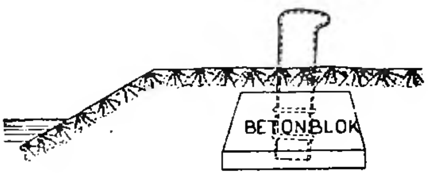


Fig. 140.

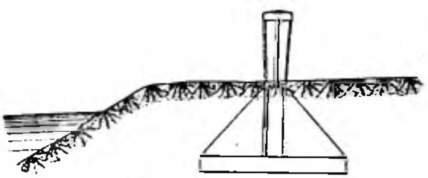


Fig. 141.

in een blok stampbeton (fig. 140) of ook van gewapend beton, waarbij voetplaat en paal uit één stuk zijn en de paal versterkt wordt door driehoekvormige ruggen (fig. 141).

Tot het verhalen of zwaaien van schepen plaatst men op daartoe geschikte punten *electrische gangspillen*.

§ 53. Inrichting der havens en omliggende terreinen. Zooals reeds is opgemerkt, worden niet alle schepen op dezelfde wijze gelost en geladen. Terwijl sommige producten onmiddellijk uit den wagon in het schip worden gelost, worden andere eerst geruimen tijd opgeslagen, of, na lossing uit het schip, gesorteerd en verpakt, om daarna per spoor te worden verzonden.

Langs en over de kaaimuren en steigers vindt men kraansporen en ge-

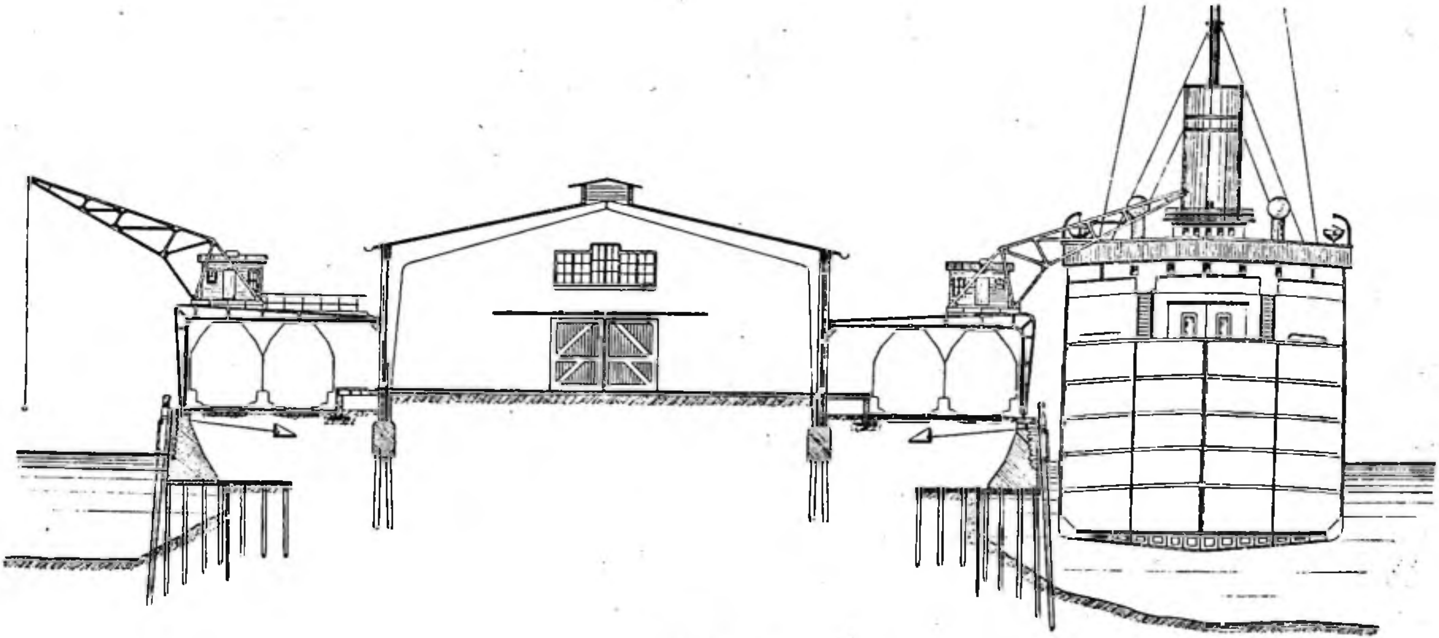


Fig. 142.

wone sporen. De kranen brengen de lading uit het schip in of nabij de eveneens langs de kaden gebouwde loodsen of pakhuizen; door middel van z.g. portaalkranen, waaronder de spoorwagens kunnen doorrijden, worden de goederen direct in de wagens geplaatst.

Fig. 142 geeft een doorsnede over een tongkade met kranen en loodsen.

Voor het bergen van graanladingen worden bijzondere pakhuizen gebouwd, *silo's* geheeten, welke tegenwoordig algemeen van gewapend beton worden vervaardigd. Een silo is een gebouw, waarin een of meer series van vier- of zeshoekige, ook wel cirkelvormige cellen zijn ondergebracht.

Deze cellen hebben een groote hoogte en eindigen aan de onderzijde trechtervormig. De vulling geschiedt met een transportband vanaf den



Fig. 143.

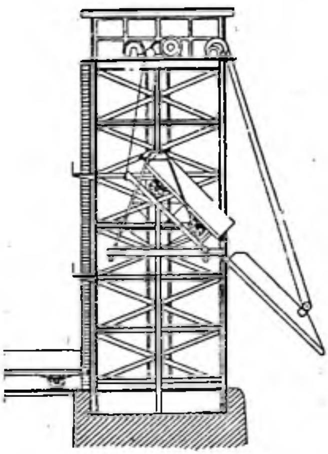


Fig. 144.

graanzuiger, terwijl ook het ledigen op dezelfde wijze kan geschieden, nadat een klep of schuif aan de onderzijde is geopend. In een silo wordt het graan meerdere malen verwerkt (verplaatst), om broei te voorkomen en om het van stof te zuiveren. Zie verder fig. 143.

Het lossen van graan uit een schip geschiedt door een elevator, die op dezelfde wijze werkt als een baggermolen en waarbij het graan dus wordt opgeschept, of door een graanzuiger, waarbij het graan door buizen uit het schip wordt gezogen.

Het laden van kolen geschiedt met een *kolentip* (fig. 144); hiermede is het mogelijk, den geladen wagon op te nemen en in hellenden stand boven het scheepsruim te brengen, zoodat de lading vanzelf afschuift.

De sporen langs en om de havens moeten zoodanig in verbinding met het

spoorweg-emplacement worden gebracht, dat het mogelijk is, ledige zoowel als geladen treinen op snelle wijze af en aan te voeren.

§ 54. **Droogdokken.** Bij een haven, die is ingericht voor zeeschepen, kunnen niet worden gemist een of meer droogdokken, waar reparaties aan schepen onder de waterlijn kunnen worden verricht, of waar na een lange reis de scheepshuid kan worden schoongemaakt en geverfd, waar schroeven kunnen worden verwisseld en vernieuwd, enz. (fig. 145).

Een droogdok is een kom met houten of steenen bodem en wanden, en aan één einde van een beweegbare waterkeering voorzien, tot het in- en uitlaten der schepen.

Bij zeer groote havens worden de dokken in groepen vereenigd en wordt een dergelijke groep gewoonlijk aan het einde van een haven gemaakt. Deze plaatsing is voordeelig; o. a. voorkomt men het verspreid staan van werkplaatsen, hefwerktuigen enz. Soms zijn de droogdokken aan beide einden toegankelijk, hetgeen vooral nuttig is, wanneer, zooals veelal voorkomt, het dok door een tusschenhoofd in twee deelen is verdeeld; deze kunnen dan ieder afzonderlijk worden gebruikt. Een tusschenhoofd levert ook voordeelen op, wanneer groote en kleine schepen van het dok gebruik maken; door bij het dokken van een klein schip het dok te verkorten, wordt niet meer water weggepompt dan strikt noodig is. Is een droogdok slechts op één einde toegankelijk, dan wordt het tegenoverliggende einde segment- of halfcirkelvormig afgewerkt.

De lengte-afmeting van het dok moet zijn die van het grootste te verwachten schip, waarbij op eenige overmaat moet gerekend worden, in verband met het werken aan vóór- of achtersteven, het verwisselen van schroeven, enz. Ook de breedte moet die van het maximum-schip met 2 à 3 M. overtreffen, in de eerste plaats om gelegenheid te hebben het schip te steunen, en ook, omdat een schip, dat met averij binnenkomt, gewoonlijk slagzij heeft en dus meerdere breedte behoeft dan in normalen toestand. Om deze reden maakt men den ingang van het dok — *het dokhoofd* — even wijd als het dok zelf. De diepte van het dok is 2 à 3 M. meer dan de diepgang van het schip; dit wordt n.l., om ook onder aan de kiel te kunnen werken, op *stapel-* of *kielblokken* geplaatst, waarvan de bovenkant minstens 1 M. boven den dokbodem ligt; bovendien heeft een beschadigd schip dikwijls een ongewoon grooten diepgang.

De afsluiting van het dok had vroeger veelal plaats met houten schipdeuren, die in lengtedoorsnede trapeziumvormig waren; door leegpompen dreven zij òp en werden daarna uit de opening gevaren; het sluiten van de deur geschiedde, door haar vol te pompen, waardoor zij in groeven of sponningen zakte en aldus een waterdichte afsluiting vormde. Tegenwoordig worden punt-, rol- en schuifdeuren als sluitingsmiddelen gebruikt.

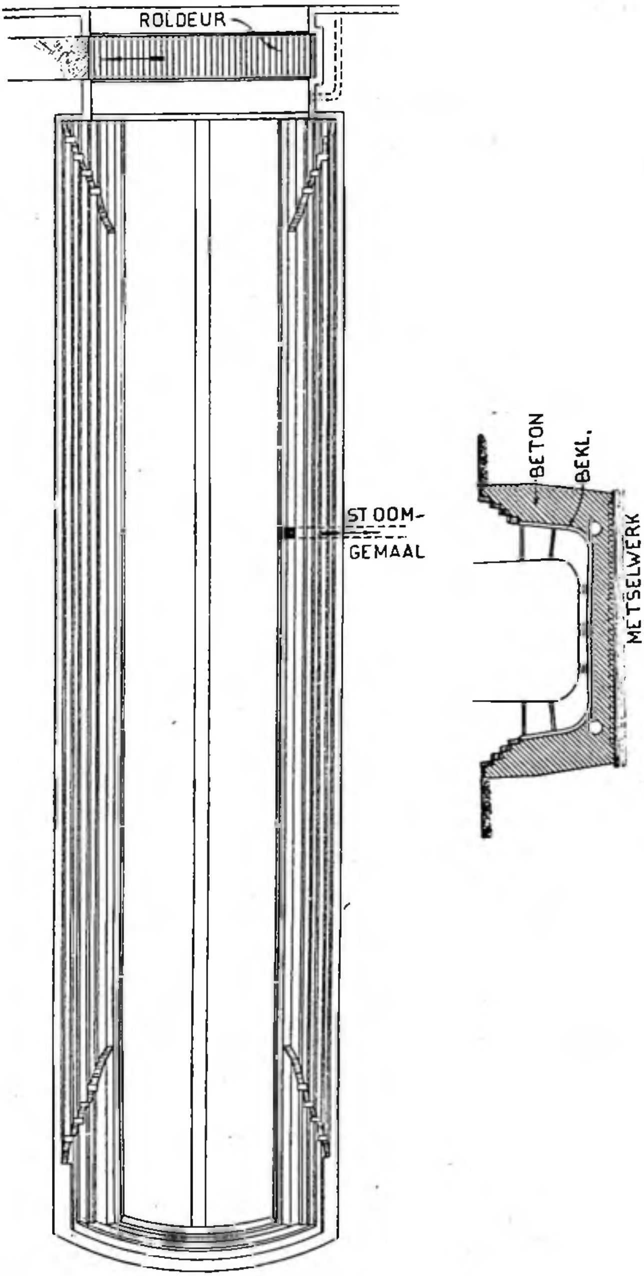


Fig. 145.

Vooral de laatste hebben vele voordeelen; o. a. kunnen ze vrijwel onbeperkte lengte-afmetingen hebben en is het dokhoofd slechts kort, hetgeen een financieel voordeel is.

De vloer van het dok wordt in de breedte afwaterend gemaakt, om bij het werken geen hinder te hebben van regen- of lekwater. Langs of in de muren zijn trappen gemaakt, die toegang geven tot den dokvloer; loodrecht op de wanden zijn soms hellende kokers gebouwd, waardoor men materialen naar beneden laat glijden.

Zoodra een schip het dok is binnengevaren, wordt de deur gesloten en het schip juist boven de kielblokken gebracht. Een stoom- of electrisch gemaal pompt nu het dok leeg; zoodra de bodem droog is, worden zoo noodig nieuwe stoppingen of kielblokken aangebracht. Tijdens het zinken worden de zijwanden van het schip door stempels tegen de dokwanden gesteund. Moderne schepen zijn bijna rechthoekig in dwarsdoorsnede; zij worden daarom door drie rijen stapelblokken ondersteund, en wel in het midden en bij de z.g. „kimkielen".

Wanden en vloer van een droogdok moeten zwaar worden geconstrueerd, met het oog op de sterk afwisselende belastingen, waaraan zij worden blootgesteld.

§ 55. **Drijvende dokken.** Een drijvend droogdok biedt verschillende voordeelen, waarvan de gemakkelijke verplaatsbaarheid het voornaamste is.

Het wordt uitsluitend in ijzer uitgevoerd en vertoont in eindaanzicht den ⊔-vorm (fig. 146), terwijl, om het noodige drijfvermogen te verkrijgen, bodem en wanden als holle kasten zijn uitgevoerd; beide zijn door langs- en dwarsschotten verstijfd en in waterdichte vakken onderverdeeld. Door waterinlating in bodem en wanden zinkt het dok zooveel als noodig is om een schip boven den bodem te doen varen; ook kan het dok onder het schip worden doorgesleept, hetgeen gemak kan opleveren bij beschadigde of half gezonken schepen. Nadat het vaartuig tusschen de dokwanden is gebracht, wordt het gestempeld, waarna het ingelaten water weer wordt uitgepompt, wat ten gevolge heeft, dat het dok mèt het schip rijst en het geheel uit het water wordt gelicht. De lange dokwanden zijn in den regel van rijdende kranen voorzien. Een klein type drijvend dok, waarbij de zijwanden gedeeltelijk zijn weggelaten, vertoont fig. 148.

Men heeft ook wel └-vormige dokken gebouwd (fig. 149); het weglaten van een der lange wanden maakt het aan- en afvoeren van materialen gemakkelijk. Daar echter de belasting, veroorzaakt door het te dokken schip, niet aangrijpt in het zwaartepunt van het doklichaam, zal het dok neiging hebben tot kantelen, waartegen maatregelen moeten worden genomen door het aanbrengen van schoren en uithouders; hierdoor wordt echter het dok aan een vaste plaats gebonden.

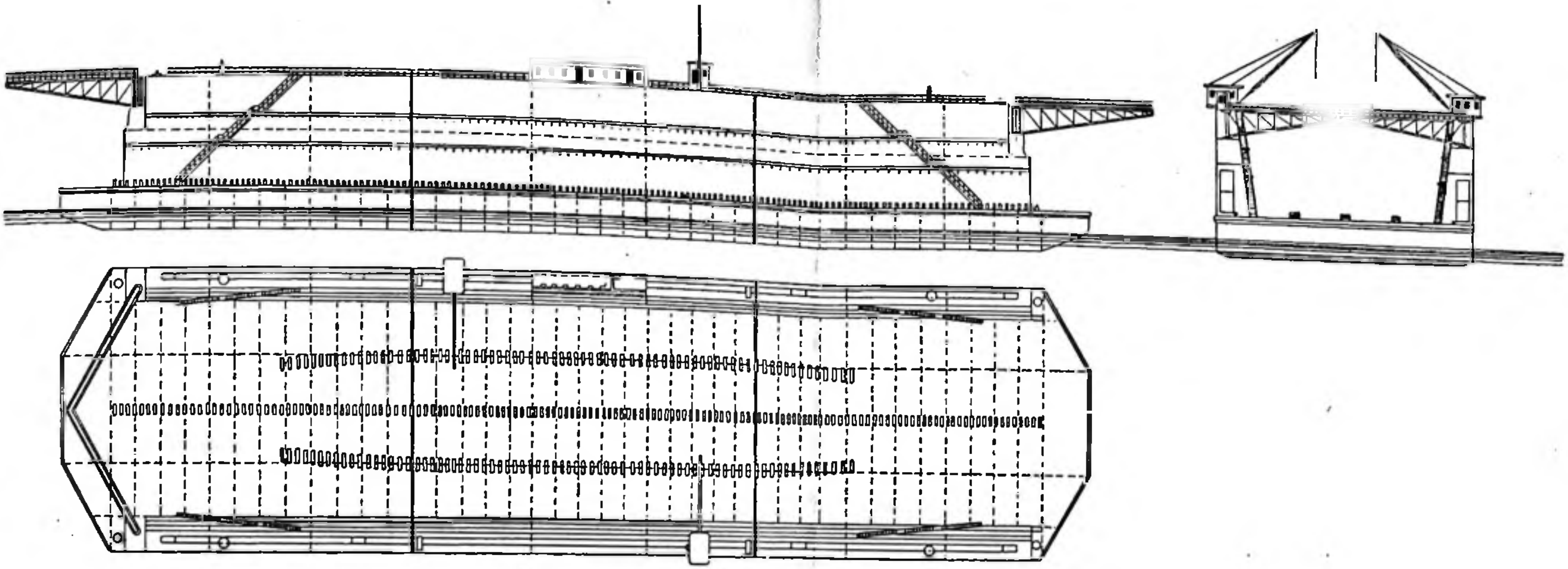


Fig. 146.

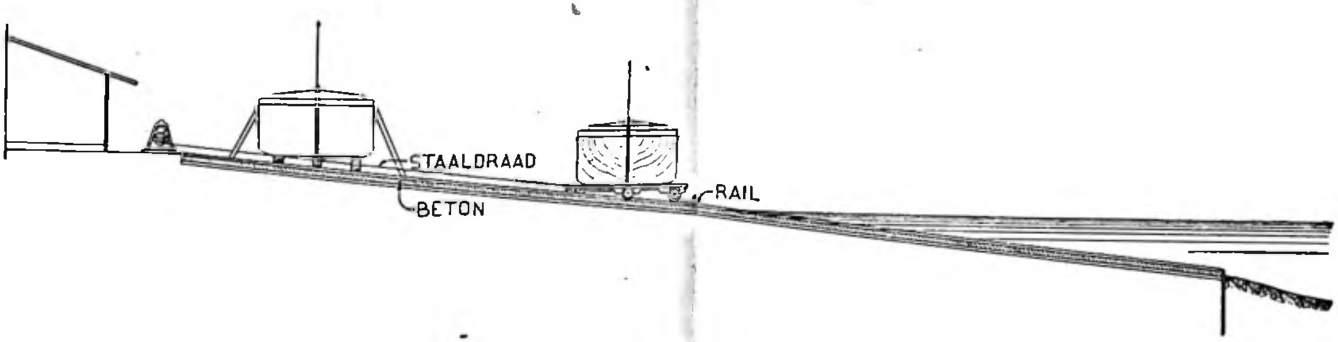


Fig. 147.

Het is daarom beter, het dok ⊥-vormig te construeeren; het is dan mogelijk, twee schepen tegelijk te dokken, terwijl de voordeelen van het L-dok behouden blijven.

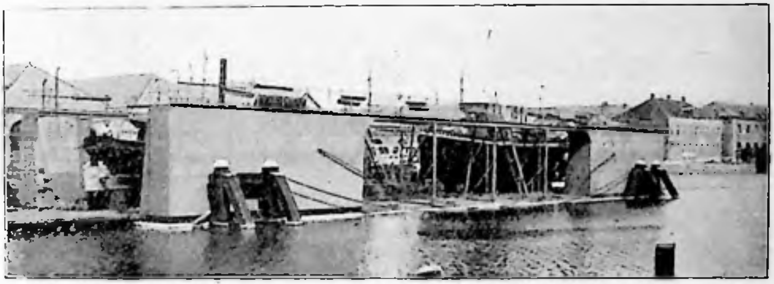


Fig. 148.

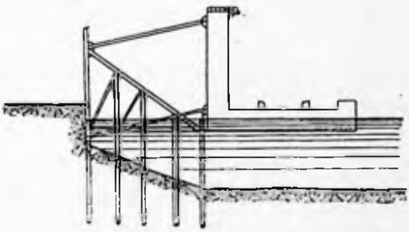


Fig. 149.

§ 56. **Scheepshellingen.** Kleine vaartuigen worden gewoonlijk niet in een droogdok gebracht, maar over een langs- of dwarshelling op het droge gesleept, om na beëindiging der werkzaamheden weer in het water te worden afgelaten.

De helling bestaat uit een vloer van hout of gewapend beton en wordt recht en gebogen uitgevoerd. De helling bedraagt ongeveer 1 : 10. De vlakke of gebogen vloer is voorzien van zware spoorrails of glijbanen, loodrecht op de richting van den wal. Hierover bewegen zich zwaar geconstrueerde rolwagens of sleden, die zóó diep onder water worden afgelaten, dat een schip er boven kan gedreven worden. Wanneer het schip op de wagens of sleden is geplaatst, worden deze door kaapstanders of lieren naar boven getrokken, waardoor het schip uit het water komt. Fig. 147 geeft de doorsnede eener dwarshelling. Zooals daaruit blijkt, worden, zoodra het vaartuig hoog genoeg boven water is, de rolwagens of sleden verwijderd; het schip wordt op houten stopblokken geplaatst en zijdelings gesteund.

HOOFDSTUK X.

VOORZIENINGEN TEGEN DEN PAALWORM, ENZ.

§ 57. **Algemeen overzicht.** Omstreeks het jaar 1730 werd hier te lande op verschillende plaatsen de aanwezigheid van den paalworm geconstateerd; de groote verwoestingen, door dit dier teweeggebracht aan onze zeeweringen en havenwerken, veroorzaakten alom groote ontsteltenis.

Algemeen werd het optreden van den worm als een nationale ramp beschouwd, ter afwending waarvan door de Regeering zelfs officieele biddagen werden uitgeschreven, waaruit wel blijkt, dat men onder den indruk van het gebeurde was.

Hoe de paalwormen op onze kust gekomen zijn, is niet met zekerheid te zeggen; vermoedelijk zijn — en worden ze nog voortdurend door schepen overgebracht. Het is zeker, dat zij reeds bij het begin onzer jaartelling bekend waren en o. a. in de Middellandsche Zee voorkwamen.

Het is een gelukkige omstandigheid, dat de paalworm niet overal leven kan; hij komt alléén voor in zuiver zout water, zoodat hij o. a. op onze benedenrivieren niet wordt aangetroffen; des te weliger tiert hij echter langs de kusten der Noordzee en in de Zeeuwsche zeearmen.

De paalworm is een weekdier van 5 tot 25 cM. lengte, en geelachtig, vuil-wit van kleur. Het wormvormige lichaam heeft aan het achtereinde twee plaatvormige deelen, z.g. „*palletten*", waarmee de voortbeweging wordt uitgevoerd; tusschen deze palletten bevinden zich twee buisjes van ongelijke lengte, sipho's of siphones, die de eindiging van het lichaam vormen.

Deze buizen dienen voor de ademhaling en voor de voedselopneming. Door één der buizen komt het zeewater in het lichaam, waarbij tegelijkertijd kleine zeediertjes worden meegevoerd, die tot voedsel dienen; ook staan hiermede de kieuwen in verbinding. Door de andere buis wordt het gebruikte water, zoomede de uitwerpselen en het boorsel, afgevoerd.

De kop van het dier is geheel ingericht als boorwerktuig en is daartoe voorzien van harde, schildvormige plaatjes, die zaagsgewijze getand zijn.

De paalworm dringt vrij loodrecht op een vlak van den paal in, maar buigt al heel spoedig om naar boven, in de lengterichting van de houtvezel, aldus een koker vormend, waar hij zich geheel in opbergt en dien hij ook niet meer verlaat.

De in het hout uitgegraven koker is aan de binnenzijde met een witte, op kalk gelijkende stof bekleed, welke door den worm wordt afgezet.

Minstens even gevaarlijk als de paalworm is een soort pissebed, de *Limnoria lignorum*, gewoonlijk aangeduid met den Engelschen naam „*gribble*". Dit diertje is slechts eenige mM. lang, doorboort het hout over enkele cM. diepte in alle richtingen en verhuist telkens van het eene stuk hout naar het andere. In den laatsten tijd schijnt de gribble niet zoo veelvuldig voor te komen als vroeger.

Het is bekend, dat men vroeger voor zee- en havenwerken algemeen eikenhout gebruikte; daar deze houtsoort echter hoegenaamd geen weerstand biedt tegen de vernielende werking van den paalworm, die, daar de sypho's altijd in 't water moeten hangen, de palen boven en onder de waterlijn geheel doorknaagt, heeft men naar middelen omgezien, om het hout zoodanig te beschermen of te overdekken, dat de paalworm er geen gaten in kon boren.

Hiertoe heeft men palen, gordingen en zelfs sluisdeuren over een gedeelte der oppervlakte (vanaf 0.50 M. boven de waterlijn tot de punt of onderregel) bespijkerd met korte spijkers, voorzien van groote koppen, z.g. *wormnagels*, en alzoo de geheele oppervlakte met een ijzeren huid gepantserd.

Dit uit den aard der zaak zeer dure middel was echter niet geheel afdoende; door verschillende oorzaken, b.v. door het stooten met schippershaken, aanvaringen en dergelijke, werd deze bekleeding al spoedig beschadigd en kreeg de worm gelegenheid om in het hout te dringen.

Een nog veel duurdere bekleeding vormde het bespijkeren van sluisdeuren, voornamelijk van uitwateringssluizen, met bladen koper, waarmede evenals met het bekleeden met leder wel goede resultaten zijn bereikt.

Creosoteeren van het hout, maar dan met minstens 400 L. per M^3., geeft wel voldoende uitkomsten, maar het is de vraag, of dit middel op den duur afdoende zal blijken.

Ook bij houten fundeeringen voor kaaimuren enz. kan de aanwezigheid van paalworm moeilijkheden opleveren.

Een middel is, den bovenkant der fundeering minstens 0.50 M. onder den zee- of havenbodem aan te leggen; daar, zooals gezegd, de sypho's van den worm altijd in zuiver water moeten zweven, kan hij niet verder dan zijn volle lengte — hoogstens 0.30 M. — in den grond dringen.

Wil of kan men de fundeering niet zóó diep aanleggen, dan kan men de palen en de overige deelen der houten fundeering beschermen door er een damwand van gewapend beton vóórlangs te plaatsen; ook kan men om de voorste paalrij beton storten en op deze wijze den paal ontoegankelijk maken voor de verschillende houtvernielers.

Het meest afdoend is echter wel, alleen die houtsoorten te gebruiken,

waar de worm niet kan indringen; onder deze nemen greenheart en manbarklak een allereerste plaats in, hoewel nog verschillende andere Australische en West-Indische houtsoorten even goed voldoen (§ 7).

Voornamelijk voor het maken van sluisdeuren, steigers, meerpalen, dukdalven enz. zijn de genoemde hardhoutsoorten met voordeel aan te wenden, omdat zij in groote lengten en zwaarten verkrijgbaar zijn en omdat de afmetingen aan de punt slechts weinig minder zijn dan die aan den kop; bovendien bezit het hout een zeer groote drukvastheid, hetgeen vooral bij sluisdeuren van groot gewicht is.

In de laatste jaren is dan ook duidelijk merkbaar het streven, het gaandeweg schaarscher en dus duurder wordend eikenhout — voornamelijk in het gebied van den paalworm — door hardere houtsoorten te vervangen.

Geheel ondoordringbaar voor den paalworm zijn echter ook deze niet; zelfs in greenheart en manbarklak dringt hij nog wel in, maar toch niet verder dan hoogstens 2 cM. en dan nog bij voorkeur in het spint; hiermede kan bij de zwaartebepaling van het hout gerekend worden.

TWEEDE GEDEELTE.

RIVIEREN EN RIVIERWERKEN.

HOOFDSTUK XI.

RIVIEREN IN 'T ALGEMEEN.

§ 58. **Algemeen overzicht.** Onder een rivier verstaat men een waterloop, waarlangs de atmosferische neerslag — regen, sneeuw, dauw enz. — op natuurlijke wijze naar lager gelegen streken wordt afgevoerd. Is de rivier een hoofdrivier, dan mondt zij onmiddellijk in de zee uit; een nevenrivier brengt haar water op een hoofdrivier.

Niet de geheele atmosferische neerslag van een bepaald gebied wordt door de rivier afgevoerd; alleen datgene, dat niet verdampt of op de een of andere wijze wordt vastgelegd, zooals voor de voeding van planten en dergelijke. De afvloeiing naar de rivier heeft plaats langs boven- en ondergrondsche waterwegen; onder de eerste rekent men slooten, beken (kleine rivieren), nevenrivieren, enz.

Uit den aard der zaak stroomt een rivier door een in het terrein uitgeschuurd gedeelte, het z.g. *rivierdal*.

Een rivier neemt slechts van een bepaald terreingedeelte het water op; dit terrein, dat dus naar de rivier afhelt, heet het *stroomgebied* der rivier. Het is verkeerd, hierbij te denken aan evenwijdige strooken aan weerskanten der rivier; een stroomgebied strekt zich dikwijls zeer onregelmatig langs een rivier uit — het is zelfs geen zeldzaamheid, dat dit vrijwel geheel rechts of links van den stroom ligt.

De grens tusschen twee stroomgebieden van verschillende rivieren, gevormd door een rug in het terrein, een heuvelrij, een bergrug enz., noemt men een *waterscheiding*.

Het begin eener rivier heet de *oorsprong*, het einde de *mond*, bij de splitsing van een rivier ontstaan één of meer *armen* of *takken*; de belangrijkste behoudt in den regel den naam van de hoofdrivier.

De rivieroevers onderscheidt men in *rechter-* en *linkeroever*, naar gelang de oever rechts of links is gelegen, als men het oog gericht heeft naar den mond der rivier.

De *stroomdraad* is de lijn, waarlangs het afstroomende water zich met de grootste snelheid beweegt; deze lijn ligt gewoonlijk boven het diepste gedeelte van het stroombed, omdat daar het water de minste wrijving ondervindt en dus het snelst stroomen zal.

Onder *dwarsprofiel* verstaat men een doorsnede ongeveer loodrecht op den stroomdraad, terwijl met *natte omtrek* wordt bedoeld de omtrek van het gedeelte van het dwarsprofiel, dat zich onder de waterlijn bevindt. De natte omtrek is dus bij hooge rivierstanden grooter dan bij lage.

Onder het *vermogen* — den *afvoer*, de *capaciteit* — eener rivier verstaat men de hoeveelheid water, die zich in de tijdseenheid (seconde) door het rivierbed verplaatst. Men berekent het vermogen, door de oppervlakte van het profiel, dat begrensd wordt door den natten omtrek, te vermenigvuldigen met de gemiddelde snelheid, waarmede het rivierwater zich beweegt, waaruit volgt, dat bij hooge waterstanden de afvoer belangrijk grooter is dan bij lage. Om hiervan een denkbeeld te geven, zij vermeld, dat de rivier de Maas bij de allerlaagste standen niet meer afvoert dan ongeveer 30 M^3. per sec., welk bedrag bij zeer hoogen rivierstand tot 3000 M^3., dus het honderdvoudige, kan stijgen.

Het water der rivier volgt de helling van het terrein, zoodat ook het bovenvlak van het water hellend is, ongeveer evenwijdig met de terreinhelling; het verschil in hoogte nu tusschen twee punten noemt men het *verval* tusschen die punten; zoo bedraagt het verval van de Maas tusschen Maastricht en Grave 36.03 M. bij middelbaren rivierstand.

Het verval is op den bovenloop eener rivier grooter dan op het benedengedeelte, zie fig. 150, waar de verhanglijn van de Maas bij M. R. is voorgesteld; hieruit is gemakkelijk af te leiden, dat op het bovengedeelte de stroomsnelheid grooter zal wezen dan meer naar den mond, en dat men, om op het benedengedeelte denzelfden afvoer als op het bovendeel te verkrijgen, op dat benedendeel een grootere rivierbreedte zal moeten aantreffen.

Het *verhang* eener rivier tusschen twee punten wordt uitgedrukt door een breuk, die het verval tusschen die punten tot teller en den afstand tusschen die punten tot noemer heeft; het verhang is dus hetzelfde als de helling van den waterspiegel.

Omdat het verval in verschillende riviervakken niet even groot is, zal dus ook het verhang niet overal gelijk wezen en is ook de verhanglijn niet een rechte, maar een gebroken lijn (fig. 150).

Men spreekt van een *staande rivier*, als de waterhoogte dezelfde blijft; van een *vallende rivier*, als de waterstand lager wordt, en van een *wassende rivier*, als de waterspiegel stijgende is.

Onder *middelbare rivierstand,* gewoonlijk aangeduid door *M. R.*, verstaat men de gemiddelde waterhoogte op een bepaalde plaats, gedurende de zes

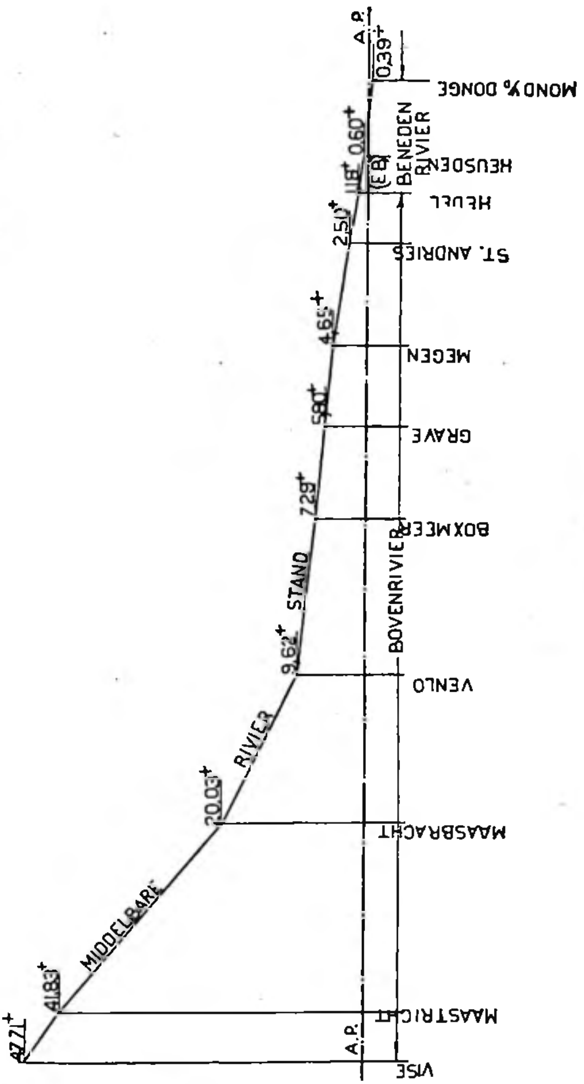


Fig. 150.

zomermaanden van een tienjarig tijdvak (1900—1910, 1910—1920 enz.); voor ieder tijdvak wordt dus voor een bepaalde plaats M. R. vastge-

steld. Door vergelijking met vroegere jaren blijkt, dat de rivierstanden over 't algemeen stijgende zijn. Hiervoor zijn verschillende oorzaken aan te wijzen, waarover later meer.

Wanneer eén rivier in zee uitmondt, doet de invloed van eb en vloed zich meer of minder ver stroomopwaarts gevoelen en stroomt bij vloed het water zelfs in tegengestelde richting. Maar ook al blijft het water zeewaarts stroomen, dan is toch dikwijls nog vrij diep landwaarts een verhooging na den vloed waar te nemen.

Het gedeelte eener rivier nu, waarop bij M. R. hoogere en lagere standen ten gevolge van eb en vloed voorkomen, noemt men *benedenrivier;* boven het punt, waar die invloed niet meer merkbaar is, spreekt men van een *bovenrivier;* terwijl dat gedeelte der rivier, waar het water bij het opkomen van den vloed naar binnen stroomt, *tijrivier* heet.

Het bed eener rivier kan op twee manieren worden begrensd; op natuurlijke wijze door z.g. *hooge oevers,* wanneer het rivierbed geheel in het terrein is ingesneden, en op kunstmatige wijze door opgeworpen *dijken.*

De waterstanden op een rivier kunnen soms zeer ver boven M. R. stijgen; in verband daarmede wordt de afvoer grooter en moet dus ook het dwarsprofiel grooter kunnen worden, om het meerdere water te kunnen bergen.

Daarom liggen ook de eigenlijke rivierdijken niet onmiddellijk langs het water bij M. R., maar soms op vrij grooten afstand er van verwijderd. Tusschen de rivier en den rivierdijk (*bandijk*) ligt dus een strook grond, de z.g. *uiterwaard.* Deze uiterwaarden hebben groote waarde als wei- en hooiland; aan daarvoor geschikte, hoog gelegen uiterwaarden wordt ook klei ontleend voor de steen- en pannenbakkerijen, die in grooten getale langs onze rivieren worden aangetroffen.

De rivierdijk wordt dus alleen bij zeer hooge vloeden door het water bespoeld; men zegt dan, dat het water staat „*van dijk tot dijk*".

Het is bekend, dat de hooge rivierstanden, die dus ook de uiterwaarden geheel overdekken, in den regel alleen des winters en in het voorjaar optreden; maar het is geen zeldzaamheid, dat ook des zomers de waterstand zóóveel boven M. R. stijgt, dat de uiterwaarden geheel of gedeeltelijk zouden worden overstroomd, hetgeen vooral voor den hooioogst zeer nadeelige gevolgen kan hebben. Men heeft hierin voorzien, door langs het „*zomerbed*" der rivier lage kaden aan te leggen, z.g. „*zomerkaden*", die ten doel hebben, bij hooge zomerwaterstanden de uiterwaarden droog te houden. Bij de winterwaterstanden stijgt het water natuurlijk ver boven de kruin dezer zomerkaden uit, en stroomt het rivierwater de uiterwaarden binnen.

Om nu in het voorjaar het water uit den uiterwaard te doen afloopen, zijn op gepaste afstanden in de zomerkaden coupures gemaakt, die door een enkele of een dubbele rij schotbalken of door een stel puntdeuren kunnen

worden gedicht. Het zal duidelijk zijn, dat deze coupures in den zomer gesloten zijn, en geopend worden, nadat de hooioogst is afgeloopen en het vee is gestald.

De telkens terugkeerende overstroomingen, waarbij iederen keer een laagje rivierslib achterblijft, verleenen groote vruchtbaarheid aan de uiterwaarden.

De lager gelegen uiterwaarden langs de benedenrivieren worden veel gebezigd tot het aanplanten van griendhout, waarvan het in de waterbouwkunde gebruikte rijshout afkomstig is; zij worden in verband daarmede ook wel „*grienden*" en „*rijswaarden*" genoemd.

Zie verder fig. 151, waar het algemeen dwarsprofiel van een rivier is geschetst.

Door verschillende oorzaken, o. a. door het onoordeelkundig aanleggen der dijken, is de uiterwaard soms zeer smal of ontbreekt geheel, zoodat dan de bandijk dikwijls reeds bij M. R. door het stroomende water wordt bespoeld.

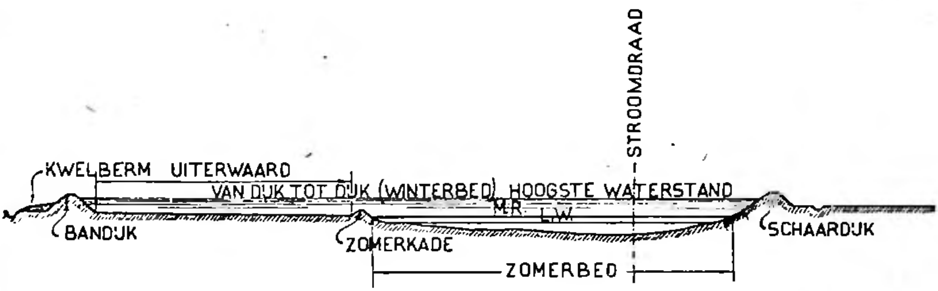


Fig. 151.

Een dijk, die in een dergelijken toestand verkeert, noemt men een „*schaardijk*", d. w. z. hij wordt door het stroomende water ingeschaard of afgebrokkeld. Bij scherpe ombuigingen treft men aan de holle zijde veelal schaardijken aan; het spreekt vanzelf, dat het talud dezer dijken moet worden beveiligd tegen uitschuring door den stroom.

Een „*overlaat*" is een verlaagd gedeelte in een rivierdijk, dienende om onder zekere omstandigheden, wanneer het water boven den *vloer* (kruin) van den overlaat stijgt, water aan de rivier te onttrekken.

Dit naar binnen stroomende water kan dienen om langs de rivier gelegen weilanden te bevloeien en de vruchtbaarmakende slib over het weiland te brengen — overlaten in den Ooidijk bij Nijmegen, de Dronther overlaat nabij Kampen, waar Zuiderzeewater in eenige polders wordt binnengelaten, — maar ook en vooral, om een rivier boven een nauw en gekronkeld gedeelte

te ontlasten en alzoo de kans op dijkdoorbraken en ijsverstoppingen te verminderen. (Beersche Maas.)

Dat afgevoerde rivierwater wordt dan zoo goed en zoo kwaad als het gaat, stroomafwaarts weer door sluizen, hulpgaten en dergelijke op de rivier terug gebracht.

Vroeger werden o. a. door de Maas groote massa's Waalwater afgevoerd, die over de z.g. *Heerewaardensche overlaten* op de Maas werden gebracht.

Uit den aard der zaak moeten bij een overlaat aan de binnenzijde afdoende maatregelen genomen worden tegen ontgronding door het overstortende water; daarom is een overlaat, die dikwijls in werking treedt, in den regel over de geheele oppervlakte (kruin en twee taluds) verdedigd en is voornamelijk het binnentalud zeer flauw aangelegd.

Door een rivier wordt niet alleen water afgevoerd; behalve dat, worden door den stroom geweldige massa's grind, van de grofste tot de fijnste soorten, benevens zand en slib verplaatst.

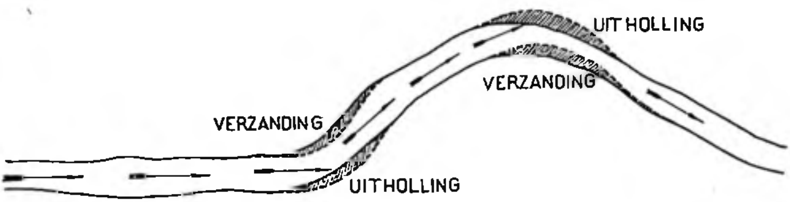


Fig. 152.

Hoe meer de stroomsnelheid afneemt, hoe meer de meegevoerd wordende bestanddeelen op den rivierbodem blijven liggen of bezinken; op de bovenrivieren de zwaarste stoffen, grind en zand, meer naar den mond toe op de benedenrivieren het fijnere zand, totdat eindelijk nog slechts de zeer lichte, fijne kleideeltjes in het water blijven zweven en grootendeels door de zee worden opgenomen.

Volgens latere onderzoekingen is het echter niet juist, hierbij aan een zeer regelmatige beweging te denken, want er wordt b.v. niet overal grind gebaggerd, waar dit toch wel het geval zou kunnen zijn, en omgekeerd; blijkbaar is dus op enkele plaatsen de grind afkomstig van grindbeddingen, waardoor de rivier zich een weg heeft geschuurd.

Dat bezinken van vaste stoffen is in vele gevallen ook de oorzaak van den kronkelenden loop eener rivier.

Heeft het meegevoerd wordend zand, door een betrekkelijk geringe oorzaak, gelegenheid gevonden zich op een bepaalde plaats aan een bollen oever af te zetten, dan wordt gewoonlijk die afzetting gaandeweg

grooter, met het gevolg, dat de stroom aan de tegenovergestelde (holle) zijde den oever steeds meer uitholt (fig. 152). Een bocht, hoe gering ook, zal zich voortdurend vergrooten, daar de bezinking zich aan den bollen oever voortdurend uitbreidt en ten gevolge daarvan de holle oever meer en meer wordt uitgeschuurd.

Vandaar ook, dat een rivier, die aan haar lot wordt overgelaten, een steeds meer kronkelenden loop gaat vertoonen. Het is zelfs mogelijk, dat een gebogen gedeelte weer tot het punt van uitgang terugkeert; een kleine doorbraak is dan slechts noodig om de rivier haar rechten loop te hergeven,

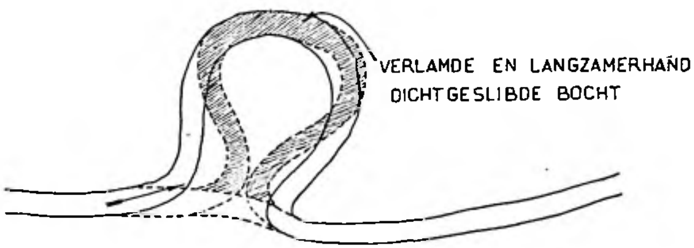


Fig. 153.

het gebogen gedeelte verlamt dan langzamerhand en slibt hoe langer hoe meer vol, totdat ten slotte van het oorspronkelijke stroombed weinig of niets meer te zien is. Op verschillende plaatsen langs onze rivieren zijn nog zulke volgeslibde armen en doode bochten aan te toonen; de tot op groote diepte aanwezige rivierklei bewijst afdoende hun herkomst (fig. 153).

Nog andere oorzaken dragen er het hunne toe bij, om een rivier van loop te doen veranderen, zooals stroomsplitsingen, uitmonden van nevenrivieren enz.; hierop wordt in het Hoofdstuk „Normaliseeren van Rivieren" nog nader teruggekomen.

HOOFDSTUK XII.

DE HOOFDRIVIEREN VAN ONS LAND.

§ **59. De Rijn.** Van de twee hoofdrivieren, die dóór ons land hun water op de zee brengen, is *de Rijn* de grootste en belangrijkste. Behalve van een zeer uitgestrekt stroomgebied, dat een oppervlakte heeft van 22 millioen H.A., ontvangt hij ook nog het water van eenige belangrijke zijrivieren, o. a. van de Aar, de Moezel, de Main en de Neckar.

De Rijn is een „*gletscherrivier*", d. w. z. hij wordt behalve door den atmosferischen neerslag ook nog gevoed door het door smelting van sneeuw en ijs ontstane water van meer dan honderd gletschers.

Vooral voor het benedengedeelte der rivier is dit laatste van grooten invloed: het werkt zeer regelend op den afvoer en op de waterstanden; juist door dat smeltwater wordt de rivier des zomers gevoed en is er altijd een behoorlijke vaardiepte voorhanden, hetgeen voor de scheepvaart van het grootste belang is. In den winter, wanneer het water in de gebergten door het dalen der sneeuwgrens is gebonden, is de regenval in de lagere gedeelten van het stroomgebied voldoende, om de rivier rijkelijk van water te voorzien.

Op zijn bovenloop heeft de Rijn geheel het karakter van een Alpenrivier, d. w. z. van een wilden bergstroom, waarvan afvoer en waterstanden zeer groote verschillen vertoonen. Eerst na verscheidene meren doorloopen te hebben, die door hun groote oppervlakte het te-veel aan water kunnen opnemen en bij lage standen het tekort gemakkelijk kunnen aanvullen, krijgt de rivier een meer gematigd karakter.

Ongeveer bij Lobith stroomt de rivier ons land binnen; door den eigenaardigen loop der rijksgrens aldaar, loopt hij aan den rechteroever 5 K.M. boven die plaats reeds langs Hollandschen grond, terwijl de linkeroever eerst 8 K.M. stroomafwaarts de grenslijn snijdt. Bij Lobith heeft de rivier bij M. R. een vermogen van 2300 M^3. per seconde.

M. R. bij Lobith = 10,83 M. +, en de eb aan den Hoek van Holland loopt gewoonlijk af tot 0.73 M. ÷, zoodat het verval 11.56 M. bedraagt over een afstand van ongeveer 160 K.M., waaruit blijkt, dat de rivier in ons land een klein verval heeft.

Al heel spoedig, 2.5 K.M. beneden Lobith, splitst de rivier zich in twee armen, de machtige *Waal*, die haar loop Westwaarts vervolgt en bij M. R. ongeveer 2/3 van het water van den onverdeelden Rijn afvoert, en het *Pannerdensch kanaal*, dat zijn loop in Noordwestelijke richting voortzet en bij M. R. 1/3 van het Rijnwater afvoert.

Het gedeelte van den Rijn vanaf de grens tot Pannerden noemt men gewoonlijk *Boven-Rijn*; bij de hoeve „Candia" op den rechter-rivieroever, verwisselt het Pannerdensch kanaal zijn naam met dien van *Neder-Rijn* of eenvoudig *Rijn*.

De Rijn splitst zich bij Westervoort andermaal in twee takken, den Rijn en de *IJsel*; de waterverdeeling is op dit punt gelijk aan die bij het vorige verdeelpunt; de Rijn krijgt weer 2/3 deel en de IJsel voert 1/3 deel bij M. R. af. Bij hoogere of lagere standen wijzigen deze verhoudingen zich aanmerkelijk.

Terwijl de IJsel Noordwaarts stroomt, vervolgt de Rijn zijn weg in Westelijke richting, ziet zijn naam bij Wijk-bij-Duurstede in *Lek* veranderd, om bij Krimpen weer een naamsverwisseling te ondergaan en van daar af *Nieuwe Maas* te heeten. Onder dien naam loopt hij langs Rotterdam tot de Oostpunt van het eiland Rozenburg, van welk punt af hij *Scheur* genoemd wordt, om eindelijk in het duingebied onder den naam van *Nieuwe Waterweg* de Noordzee te bereiken.

De verschillende naamsveranderingen, die de rivier tijdens haar loop in ons land ondergaat, hangen ten nauwste samen met de geschiedenis van de rivier, waarom er hier niet verder op zal worden ingegaan.

De rivier Rijn—Lek—Nieuwe Maas—Scheur—Waterweg is aan beide zijden bedijkt, behalve een gedeelte op den rechteroever van Arnhem tot Amerongen, waar de Veluwsche hoogten zoodanige hooge oevers vormen, dat dijken overbodig zijn; alleen tusschen Wageningen en Rhenen bevindt zich nog een gedeelte dijk — de *Grebbedijk* —, die den ingang van de Geldersche vallei afsluit.

Het stroomgebied van den Rijn is vooral in het Oosten van ons land zeer klein; eerst bij Jaarsveld ontvangt hij het water van eenige onbeduidende polders.

Bij Krimpen neemt hij het water uit het stroomgebied van den Holl. IJsel op en gedeeltelijk van het terrein, ingesloten door de Lek, de Beneden-Merwede, de Noord en de lijn Gorinchem—Jaarsveld. Beneden Krimpen strekt het stroomgebied zich uit Zuidelijk van de lijn Den Haag—Gouda en verder over de eilanden IJselmonde en Rozenburg.

De Waal, de belangrijkste Rijnarm, behoudt haar naam tot Loevestein, het punt waar zij vroeger de Maas opnam, en heet van daar tot Dordrecht *Merwe of Merwede*. Van Dordrecht tot aan de oostpunt van Rozenburg,

waar zij door de Noordgeul in verbinding staat met de Nieuwe Maas, heet de rivier *Oude Maas;* tusschen het schiereilandje Welplaat, dat door een dam met het vasteland van Voorne is verbonden, en Rozenburg wordt de naam *Botlek,* om tusschen Voorne en Rozenburg weer te veranderen in *Brielsche Nieuwe Maas,* welke naam bij de uitmonding in de Noordzee behouden blijft.

Van Loevestein tot Werkendam heet de rivier ook wel *Boven-Merwede* en van laatstgenoemde plaats tot Dordrecht *Beneden-Merwede.*

Ten Zuiden van de Beneden-Merwede strekt zich de met den St.-Elizabethsvloed ontstane Biesbosch uit. Oorspronkelijk was dit een groote watervlakte; in den loop der eeuwen zijn hierin echter verscheidene aanwassen en opslibbingen ontstaan, waartusschen verschillende geulen, kreken en killen bleven, door welke het te-veel aan water van de Beneden-Merwede werd afgevoerd, hetgeen gemakkelijk ging, daar de rivier aan de linkerzijde langs den Biesbosch onbedijkt was.

Door het vergrooten en verdiepen van bestaande geulen is na 1850 aan dezen voor de rivier nadeeligen toestand een einde gemaakt en ontstond er een nieuwe rivier, de *Nieuwe Merwede* genaamd, die bij Werkendam afbuigt en in het Hollandsch Diep uitmondt. Langs den linkeroever is de rivier geheel bedijkt; de rechteroever is onbedijkt. Bij normalen waterstand voert de Nieuwe Merwede ongeveer het dubbele af van de Beneden-Merwede.

De Waal-Merwede is langs den rechteroever geheel bedijkt. Vanaf het verdeelpunt bij Pannerden sluit de bedijking van den linkeroever aan tegen de hooge gronden bij Nijmegen. In den dijk van den polder de Ooi zijn eenige overlaten, waardoor die polder bij buitengewoon hooge rivierstanden onder water komt te staan, zooals dit in het voorjaar van 1920 het geval is geweest; bij daling van den waterspiegel wordt het water door een stoomgemaal en een uitwateringssluis bij Nijmegen weer op de rivier gebracht. Hoewel bij zoo'n overstrooming eenige schade niet is te vermijden, wordt toch door de achterblijvende rivierslib de vruchtbaarheid van het weiland verhoogd.

Beneden Nijmegen is de linkeroever van de rivier onafgebroken bedijkt tot Werkendam. De vroegere open verbinding met de Maas is nu door een schutsluis bij Andel afgesloten, en de voormalige Heerewaardensche overlaten zijn tot volle rivierdijkshoogte opgetrokken, zoodat nu de Waal geheel haar eigen water afvoert en niet meer zooals vroeger den waterafvoer van de Maas in 't ongereede kan brengen.

Zooals reeds vermeld, is de linkeroever van de Beneden-Merwede, zoomede de rechteroever van de Nieuwe Merwede onbedijkt.

Het stroomgebied van dezen machtigen rivierarm is verrassend klein; de Waal ontvangt geen Nederlandsch water, dan alleen van eenige polders bij Herwijnen.

De *IJsel* bracht vroeger het water door verschillende monden op de Zuiderzee, door welke monden een delta werd gevormd. Bij Kampen splitst hij zich in *Keteldiep* en *Ganzediep;* het Ganzediep heeft een tak naar rechts, de *Goot*, en ook het Keteldiep splitst zich vlak bij den mond, bij welke splitsing het *Rechte diep* noordwaarts afbuigt. Deze splitsingen hadden ten gevolge, dat in de verschillende takken te weinig stroomsnelheid bestond, waardoor zij alle aan verzanding onderhevig waren.

Ten einde nu een behoorlijken vaarweg naar zee te kunnen onderhouden, heeft men, om het Keteldiep op diepte te houden, de andere monden in hun afvoer beperkt (beteugeld) door er lage dwarsdammen doorheen te brengen. Daardoor heeft men bereikt, dat nu bij gewone standen verreweg het grootste gedeelte van het water door den Ketelmond wordt afgevoerd, waardoor men in staat is, hierin een gepaste diepte te onderhouden.

Ingesloten tusschen het Keteldiep en het Ganzediep ligt het *Kampereiland* — bekend om zijn uitstekend hooiland —, dat slechts door kaden, welker kruin tot 2.20 M. + reikt, is omgeven, en dus bij hooge vloeden onderloopt, waarom de daarin gelegen hofsteden op verhoogingen zijn gebouwd.

De rechteroever van den IJsel is vanaf Westervoort tot even beneden Doesburg bedijkt; van daar tot beneden Deventer vindt men hier en daar bedijkte gedeelten, afgewisseld door hooge gronden.

Verder benedenwaarts is de rechteroever doorloopend bedijkt tot het Ganzediep, waar de rivierdijk overgaat in den ringdijk van den polder Mastenbroek.

Langs den linkeroever ligt bij Arnhem een dijk tot bescherming van het Velper Broek; daarna zijn er hooge oevers tot bij Brummen; van hier tot ongeveer halfweg Zutfen-Deventer is de oever afwisselend bedijkt en onbedijkt; op dit gedeelte volgt de Veluwsche Bandijk tot 5 K.M. boven Hattem, waar hij in de hooge gronden aldaar te niet loopt; vanaf Hattem is de bedijking onafgebroken tot de Zuiderzee, waar ze aansluit aan den Zuiderzeedijk.

De IJsel voert het water af van de Lijmers, de Graafschap en van den Veluwezoom, dus van de provincie Gelderland ten oosten van de lijn Hattem-Apeldoorn—Dieren—Arnhem—Lobit.

§ 60. **De Maas.** Tusschen de *Maas* en den Rijn is een groot onderscheid. Is de eerste een gletscherrivier, die 's zomers door gesmolten sneeuw en ijs voldoende wordt gevoed en des winters den atmosferischen neerslag uit zijn stroomgebied afvoert, de laatste is een *regenrivier*, die alleen op het hemelwater uit haar stroomgebied is aangewezen, hetgeen een zeer ongeregelden waterafvoer ten gevolge heeft, zoodat in natte winters en voorjaren de afvoer tot het maximum wordt opgevoerd en de rivier een geweldige stroom

is, terwijl in droge zomers de afvoer zoo gering kan zijn, dat het rivierbed op enkele plaatsen zelfs gemakkelijk doorwaadbaar is.

Zooals bekend, ontspringt de Maas op het Plateau de Langres in Noord-Frankrijk, neemt in haar loop door België twee belangrijke rivieren, de Sambre en de Ourthe, op, en stroomt bij Eisden ons land binnen. Over ruim 60 K.M. lengte vormt de Maas de grens tusschen Nederland en België, van Eisden tot even boven Maasbracht, behalve dan over een klein gedeelte bij Maastricht, waar de Maas geheel op Nederlandsch gebied ligt. In ons land neemt de Maas slechts enkele, vrijwel onbeteekenende nevenrivieren op, de *Jeker*, de *Geul*, de *Roer* en de *Niers*. Vanaf Eisden stroomt de rivier bijna voortdurend in noordelijke richting tot bij Mook, waar zij in westelijke richting afbuigt. Bij Heusden, waar zij vroeger noordwestwaarts ging stroomen in de richting van Loevestein, verandert haar naam in *Bergsche Maas*; deze stroomt langs Geertruidenberg en brengt daar haar water op *de Amer*, welke ongeveer op dezelfde plaats als de Nieuwe Merwede in het Hollandsch Diep uitkomt.

Vroeger was dit anders, en werd de Maas bij Loevestein door de Waal opgenomen. Ook op andere wijze bestond nu en dan nog verbinding tusschen Maas en Waal, n.l. bij Heerewaarden, waar de overlaten van dien naam aan het hooge Waalwater gelegenheid gaven om op de Maas af te vloeien; dit kon in den regel wel, daar de Maasstanden daar ter plaatse gewoonlijk lager waren dan die van de Waal. Het door de Maas afgevoerde Waalwater kwam dan bij Woudrichem weer op de rivier terug.

Dit gaf echter aanleiding tot allerlei zeer ongewenschte en schadelijke toestanden; o.a. werd daardoor de Maas op haar benedendeel te veel met water bezwaard, en werden op het bovendeel de waterstanden kunstmatig in de hoogte gedreven.

Men heeft hieraan een einde trachten te maken, door aan de Maas een geheel nieuwen mond te geven vanaf Heusden tot het Hollandsch Diep, welk riviergedeelte de Bergsche Maas heet, en verkregen is door het graven van geheel nieuwe gedeelten, door het verruimen van het bed van het Oude Maasje, de Amer enz. Hierna werd de verbinding met de Waal afgesloten, door een dam bij Well en door een dam met schutsluis te Andel; tevens werden langzamerhand de Heerewaardensche overlaten beteugeld en eindelijk op volle rivierdijkshoogte gebracht.

Door de uitvoering dezer werken, die in 1904 werden voltooid, is bereikt, dat de Maas haar eigen water afvoert niet alleen, maar ook, dat zij haar water sneller kan doen afstroomen, daar op het punt, waar nu de uitmonding plaats heeft, de ebben veel lager afloopen dan te Woudrichem.

Vanaf het punt, waar de Maas Nederland binnenkomt, tot in de buurt van Roermond, heeft de rivier tusschen hooge oevers een zeer breed winterbed. Langs de oevers liggen op verschillende plaatsen wel dijken, maar deze

hebben een heel ander karakter dan die op het benedengedeelte der rivier;

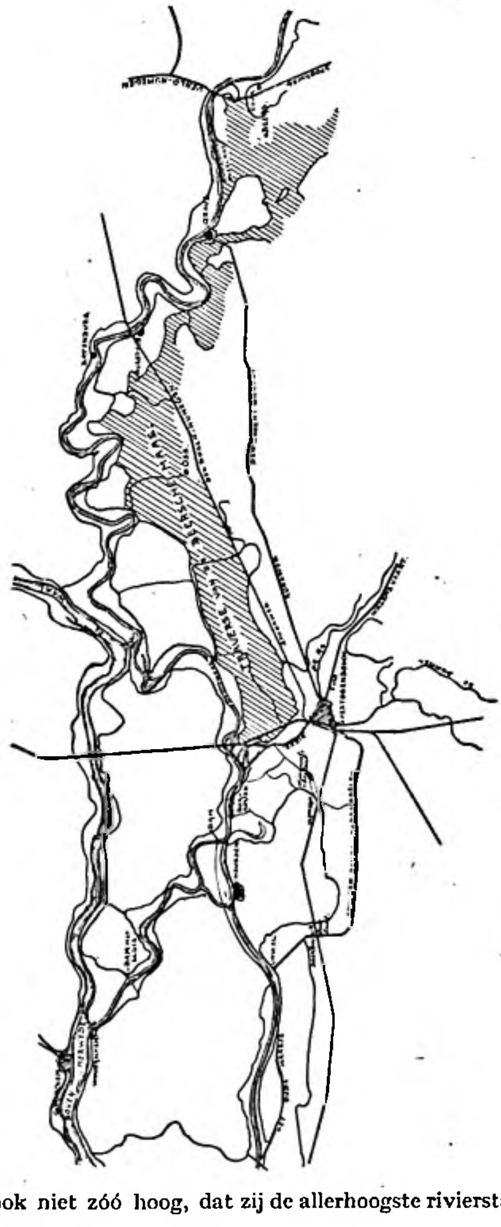


Fig. 154.

ze zijn dan ook niet zóó hoog, dat zij de allerhoogste rivierstanden kunnen

keeren, hetgeen echter geen bezwaar is; immers, bij het overloopen dezer dijken wordt het water toch door de hooge oevers tegengehouden. Van Roermond tot Boxmeer is het winterbed zeer smal; de hooge oevers liggen vlak langs de rivier. De doorloopende bedijking van den rechteroever begint bij Mook en loopt onafgebroken door tot Heusden, waar zich een opening bevindt om langs een tot kanaal vergraven rivierarm en verder langs den ouden loop van de Maas op de Merwede te komen. Vanaf Heusden loopt de bedijking door, om aan te sluiten aan de westelijke bedijking van het land van Altena.

Op den linkeroever begint de doorloopende bedijking bij Grave. Tusschen deze plaats en het daarboven gelegen Cuyk bevinden zich drie polders langs de rivier, die ieder voor zichzelf hooge dijken hebben en dus tegen hooge rivierstanden voldoende zijn gedekt. Deze bedijkingen sluiten echter niet aan, zoodat er tusschen de polders twee gedeelten van den oever onbedijkt waren (zie fig. 154). Een dezer openingen is gedicht bij den aanleg van de spoorlijn Nijmegen—Venlo, welker spoordijk daar als rivierdijk dienst doet. De overblijvende opening is slechts bekaad, zoodat het water bij hoogen rivierstand over de kade heen het achterliggende land kan overstroomen. De aldus gevormde overlaat heet de *Beersche overlaat* — het plaatsje *Beers* ligt in de nabijheid —, waarvan de lengte 2500 M. bedraagt, terwijl de vloer thans op 10.80 M. + A. P. ligt (vroeger 10.30 M. +).

Zoodra dus de waterstand boven het genoemde peil steigt, begint de overlaat te werken en stroomt de Maas Brabant binnen. Men zegt dan, dat de Maas „*om*" is, welk feit aan de bewoners der streek wordt kenbaar gemaakt door het lossen van seinschoten te Grave. De oppervlakte land, die door het binnenstroomende Maaswater wordt geïnundeerd, noemt men de Beersche Maas. Dit binnenlaten van water in Noord-Brabant heeft ten doel, de Maas in het gedeelte Grave—Heerewaarden, waarin haar loop erg kronkelend is, terwijl er bovendien zeer nauwe gedeelten in voorkomen, zooveel mogelijk te ontlasten en daardoor dijkdoorbraken en ijsverstoppingen te voorkomen. Het over den Beerschen overlaat afgetapte water komt later weer op de rivier terug.

Vanaf Grave loopt de bedijking van den linkeroever zonder onderbroken te worden door tot den rechter Diezedijk, waaraan zij aansluit. Verderop tusschen de Dieze en de omdijking van het land van Heusden zijn geen dijken langs de rivier, alleen hoog gelegen land en eenige kaden bij Bokhoven, bij welke plaats zich de *Bokhovensche overlaat* bevindt. Tegenover het punt, waar vroeger de Maas in Noordwestelijke richting afboog, begint de bedijking van het land van Heusden; aan deze aansluitend, gaat de linker Maasdijk verder langs Bergsche Maas en Amer, ten slotte overgaande in de dijken langs het Hollandsch Diep.

Het stroomgebied van de Maas in ons land is zeer groot: al het land

tusschen de Waal, Nieuwe Merwede en Maas, Noord-Brabant ten westen van de Donge en heel Limburg brengt zijn water op de Maas.

Een korte uiteenzetting van de werking der Beersche Maas moge hier nog volgen.

Zoodra de Maas bij Grave het peil van 10.80 + A.P. heeft bereikt, stroomt het Maaswater langs de „*traverse*" der Beersche Maas Noord-Brabant binnen. en vervolgt zijn weg in Westelijke richting, waardoor een breede strook land aan de binnenzijde van den linker Maasdijk wordt geïnundeerd. Eenige polders, langs de rivier gelegen, zijn geheel omdijkt, waardoor zij vrij blijven van het Beersche Maaswater; zij zijn dus, wanneer de Maas „om" is, aan alle kanten door het water ingesloten.

De Beersche Maas, ook wel „*groene rivier*" genoemd, heeft met een eigenlijke rivier al zeer weinig gemeen; want de traverse is door dwarsdijken in verschillende kommen verdeeld, die door het over den overlaat aangevoerde water achtereenvolgens stuk voor stuk worden gevuld. Zoodra er een kom gevuld is, loopt de dwarsdijk over en stroomt het water in de tweede kom, enz. (fig. 154).

Duurt de hooge rivierstand bij Grave slechts kort, dan worden niet eens alle kommen gevuld en kan het water door uitwateringssluizen weer spoedig zijdelings op de Maas worden gebracht.

Wanneer echter de hooge standen eenige dagen duren, komt het water ten slotte Noordelijk van 's-Hertogenbosch en wordt door overlaten en hulpgaten in den rechterdijk van de Dieze op deze rivier afgevoerd, om verder bij Crevecoeur op de Maas te komen.

Dit gaat echter niet ineens; het water heeft minstens twee dagen noodig, vóór het den afstand Grave—'s Hertogenbosch heeft afgelegd, en dikwijls is de Maas dan weer zóóveel gevallen, dat de Dieze uitstroomt en dus het water direct wordt afgevoerd. Is dit niet het geval, dan wordt de geïnundeerde oppervlakte om Den Bosch grooter en moet het water op andere wijze worden afgeleid.

Vroeger, vóór de totstandkoming van den Nieuwen Maasmond, werd het te-veel aan water om en bij Den Bosch nog vergroot door het water van den *Dommel* en de *Aa*; hiermede vereenigd, bewoog het Beersche Maaswater zich in Westelijke richting en werd dan over de *Baardwijkschen overlaat* in het bed van het Oude Maasje en ook over de *Vlijmensche* en *Bokhovensche* overlaten weer op de Maas afgevoerd. Meermalen echter werden de Maasstanden door de krachtige werking der Heerewaardensche overlaten zoodanig verhoogd, dat de Bokhovensche overlaat van buiten naar binnen werkte en dus den watertoevoer nog vergrootte.

In dezen, voor het Noordelijk deel van Noord-Brabant zeer schadelijken toestand is nu, na de opening van den Nieuwen Maasmond, wel

veel verbetering gekomen en is het land ten Westen van Den Bosch watervrij geworden, daar het overtollige water van Dommel en Aa wordt afgevoerd door een speciaal daartoe aangelegd kanaal van 's-Hertogenbosch naar Drongelen, dat in de Bergsche Maas uitmondt en aldaar door een sluis is afgesloten; toch is de verwachting, dat nu ook de Beersche overlaat zou kunnen worden gedicht, niet vervuld. Wel is de kruin van den overlaat 0.50 M. verhoogd en ligt deze nu op 10.80 M. +, zoodat de overlaat later begint te werken dan vroeger, maar toch wordt bij voortdurenden hoogen waterstand nog altijd een zeer groot terrein tusschen Grave en Den Bosch onder water gezet. De meening, dat dit aan de in de traverse gelegen weilanden ten goede komt, wordt door velen ten sterkste betwist, en zeker wegen de voordeelen niet op tegen het nadeel, dat wordt teweeggebracht door de dikwijls langdurige stremming van het verkeer met de daaraan verbonden gevolgen voor de in en nabij de traverse gelegen plaatsen.

Het gedeelte tusschen Grave en Heerewaarden is nog altijd de zwakke plek in de Maas, en eerst na grondige normaliseering — verdieping en verbreeding — van dit riviervak, zal er aan gedacht kunnen worden, den Beerschen overlaat tot volle rivierdijkshoogte op te trekken.

In nevenstaande tabel [1]) zijn de rivierstanden (M. R.) opgegeven op verschillende plaatsen over het tijdvak 1901—1910. Alle standen zijn ten opzichte van N. A. P.

---

[1]) Uit: Dr. A. A. Beekman, Nederland als Polderland, 2e druk.

Rivier.	Plaats van waarneming.	Hoogste stand.	M.R.	Laagste stand.	Opmerkingen.
Boven-Rijn.	Keulen.	42.88 +	38.50 +	36.42 +	Bij de plaatsen, aan benedenrivieren gelegen, zijn twee standen aangegeven; de eerste komen voor bij vloed, de tweede bij eb.
	Lobith.	15.02 +	10.97 +	8.63 +	
Rijn.	Pannerden.	13.64 +	10.08 +	8.01 +	
	Arnhem.	12.09 +	8.78 +	6.90 +	
Lek.	Wijk bij Duurstede.	7.01 +	4.14 +	2,47 +	
	Vreeswijk.	4.46 +	1.93 + 1.75 +	0.50 +	
	Krimpen a/d Lek.	2.70 + 1.53 +	1.05 + 0.41 ÷	0.51 ÷ 1.30 ÷	
Nieuwe Maas, Waterweg.	Rotterdam.	2.98 + 1.43 +	0.91 + 0.50 ÷	0.53 ÷ 1.63 ÷	
	Maassluis.	2.96 + 1.14 +	0.80 + 0.60 ÷	0.61 ÷ 1.74 ÷	
	Hoek van Holland.	2.97 + 1.06 +	0.84 + 0.71 ÷	0.63 ÷ 1.87 ÷	
Waal.	Nijmegen.	12.12 +	8.61 +	6.48 +	
	Tiel.	8.43 +	5.07 +	3.09 +	
Boven-Merwede.	Gorinchem.	5.98 +	3.02 + 2.91 +	1.36 + 1.12 +	In verband met de verlegging van den Maasmond, voltooid in 1904, zijn de waarnemingen te Zaltbommel, Gorinchem, Werkendam en Deeneplaat opgegeven over het tijdvak 1905-1910.
Beneden-Merwede	Steenenhoek.	3.26 + 3.10 +	1.64 + 0.71 +	0.20 + 0.40 ÷	
	Dordrecht.	2.84 + 1.35 +	1.22 + 0.46 ÷	0.41 ÷ 1.60 ÷	
Nieuwe Merwede.	Werkendam.	2.95 + 2.10 +	1.47 + 0.26 +	0.12 ÷ 0.72 ÷	
	Deeneplaat.	3.22 + 1.37 +	1.23 + 0.66 ÷	0.47 ÷ 1.70 ÷	
Oude Maas.	Spijkenisse.	2.92 + 1.26 +	0.87 + 0.57 ÷	0.61 ÷ 1.70 ÷	
Brielsche Nieuwe Maas.	Brielle.	3.09 + 1.19 +	0.89 + 0.67 ÷	0.60 ÷ 1.65 ÷	
IJsel.	Westervoort.	12.49 +	9.07 +	7.09 +	
	Zutfen.	7.47 +	4.58 +	2.63 +	
	Deventer.	5.82 +	3.22 +	1.48 +	
	Katerveer.	2.84 +	0.75 +	0.60 ÷	
	Kampen.	2.26 +	0.16 +	1.06 ÷	
Maas.	Maastricht.	46.14 +	41.83 +	41.20 +	
	Venlo.	16.99 +	9.61 +	8.17 +	
	Grave.	10.79 +	5.89 +	4.41 +	
	Hedel.	4.94 + [1])	1.48 + [1]) 1.18 + [1])	0.30 + [1])	[1]) 1905—1910.
	Heusden.	3.32 + [1]) 3.27 + [1])	1.22 + [1]) 0.69 + [1])	0.09 ÷ [1]) 0.26 ÷ [1])	
	Mond v/d Donge.	2.85 + [1]) 1.66 + [1])	1.15 + [1]) 0.39 ÷ [1])	0.51 ÷ [1]) 1.60 ÷ [1])	

HOOFDSTUK XIII.

NORMALISEERING VAN RIVIEREN.

§ 61. **Overzicht.** Wanneer een rivier aan zichzelf wordt overgelaten, treden al spoedig allerlei ongewenschte toestanden op, die het gevaar voor dijkbreuk en overstrooming zeer doen toenemen. Zooals reeds bij de algemeene beschrijving in het vorige hoofdstuk werd opgemerkt, worden de bochten voortdurend grooter, omdat de stroom langzamerhand een zigzagloop verkrijgt, zoodat het water van den eenen oever naar den anderen wordt teruggestuwd. Daar het water — behalve bij tijrivieren — steeds dezelfde richting uitstroomt, hebben de bochten ook neiging, zich benedenwaarts te verplaatsen. Ook de aard van den bodem, waardoor het rivierbed loopt, is hierop van invloed; bij sommige grondsoorten heeft uitschuring en afkalving veel gemakkelijker plaats dan bij andere.

Door het afnemen der oevers wordt de rivier breeder, waarvan 't gevolg is, dat het water trager gaat afstroomen; hierdoor ontstaan op daartoe geschikte plaatsen opwassen, die gewoonlijk aangroeien tot langwerpige eilanden, waardoor de voor waterafvoer en scheepvaart zeer hinderlijke *stroomsplitsingen* ontstaan.

Ook lange, rechte gedeelten, afgewisseld door sterke bochten, zijn zeer nadeelig voor een goeden afvoer; in de rechte gedeelten worden gewoonlijk allerlei onregelmatigheden in het rivierbed aangetroffen, terwijl in de scherpe bochten stroomversnellingen optreden.

Een rivier is ook niet overal even diep; in nauwe, bochtige gedeelten, waar het water met kracht doorheen wordt gedrongen, is de diepte, door uitschuring ontstaan, soms veel te groot; het op die plaatsen in beweging gebrachte zand wordt dan weer afgezet in die gedeelten, waar de rivier te breed is en de snelheid zoodanig afneemt, dat de meegevoerde stoffen kunnen bezinken.

Dergelijke zandruggen, maar dan onder de oppervlakte van het water blijvend, ontstaan dikwijls in een recht gedeelte tusschen twee bochten, waarin de stroomdraad zich van den eenen hollen oever naar den anderen hollen oever verplaatst. Tusschen de door de bochten ontstaande stroomversnellingen gaat dan weinig stroom en wordt een z.g. *drempel* gevormd;

deze kan in sommige gevallen een voor afstrooming en scheepvaart zeer nadeelige vorm en richting aannemen (fig. 155). Door deze drempelvorming worden dikwijls uitgebreide baggerwerken noodzakelijk gemaakt.

Veroorzaken alzoo nauwe, bochtige riviervakken toestanden, die voor een geregelden waterafvoer zeer nadeelig en hinderlijk zijn te achten, ze zijn niet minder gevaarlijk in den winter tijdens en na een periode van vorst. Het drijvende ijs zet zich in een bocht zéér gemakkelijk vast; zoodra dit het geval is, vormt zich al spoedig een ijsdam in de rivier, die zich naar boven toe steeds uitbreidt en soms eenige K.M. lang wordt. Treedt er nu plotseling dooi in, dan moet de rivier onmiddellijk overmatig veel water afvoeren, hetgeen door den ijsdam, die slechts langzaam afneemt, belet wordt, zoodat daarboven het water zóó hoog stijgt, dat het over de dijken vloeit of dijkdoorbraken veroorzaakt, met al de gevolgen, aan dergelijke rampen verbonden.

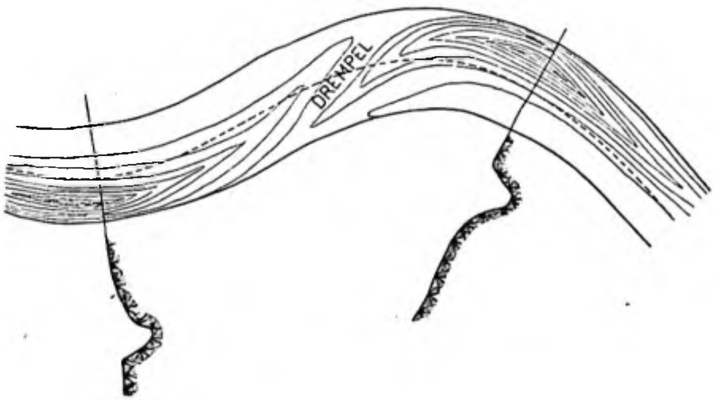


Fig. 155.

In ons land zijn op die wijze ontstane doorbraken herhaaldelijk voorgekomen.

Tot op het laatst van de 18e eeuw verkeerden onze hoofdrivieren over 't algemeen in den hierboven geschetsten, zeer onvoldoenden toestand. De oorzaak hiervan was, dat men zich aan het beheer en het onderhoud der dijken al zeer weinig gelegen liet liggen; bovendien maakten tegenstrijdige belangen der besturende lichamen de noodige samenwerking vrijwel onmogelijk. Door de verschillende rampen, die van dat wanbeheer het gevolg waren, gingen echter van lieverlede de oogen open, waarvan het gevolg was, dat het Rijk het beheer en het onderhoud van den stroom aan zich trok, terwijl de verschillende aanliggende polders en waterschappen onder

toezicht van het Rijk belast bleven met de instandhouding en verbetering van de waterkeeringen langs de rivier.

Er werd begonnen met het nauwkeurig in teekening brengen der rivieren; hierdoor ontstonden de *rivierkaarten* op schaal 1 : 10000, en daarna begon men met het opmaken van plannen voor de algeheele *normalisatie* — verbetering — der rivieren. Men zag zeer goed in, dat een gedeeltelijke verbetering van geen nut was, welke ondervinding trouwens reeds vroeger was opgedaan; immers zal bij het uitbaggeren van een ondiep gedeelte spoedig weer verzanding ontstaan, wanneer de stroomsnelheid dezelfde blijft, en evenzoo zal het zand, dat wordt gestort om een uitgeschuurd rivierbed aan te vullen, weer bijna even spoedig worden verplaatst. Een normaliseering zal alleen dàn slagen, wanneer het plan zich over de geheele rivier uitstrekt en wanneer het dwarsprofiel zoodanig wordt vergroot of verkleind, dat de stroom zelf in staat is, een vastgestelde diepte onder M. R. te onderhouden.

In de eerste plaats is hiervoor noodig een vloeiende stroomdraad, welke wordt verkregen door het verkorten of afsnijden van te sterke bochten, het opruimen van stroomsplitsingen, het afgraven van bolle oevers, enz.

Vervolgens worden de *rechter en linker normaallijn* bepaald, die zoo mogelijk evenwijdig aan - en even ver uit den stroomdraad liggen, waarbij, zooals vanzelf spreekt, meer of minder groote afwijkingen, voortkomende uit plaatselijke terreingesteldheden, moeten worden toegelaten.

De breedte tusschen de normaallijnen en de diepte bepalen het dwarsprofiel, en dit moet nu voor iedere plaats zoodanig worden gekozen, dat er in normale omstandigheden geen zandneerzetting kan plaats vinden, maar ook geen verdieping kan ontstaan. Het zal duidelijk zijn, dat de normaallijnen, die op M. R. liggen, op het bovendeel eener rivier veel dichter bij elkaar liggen dan op het benedendeel, want op de benedenrivier is het verval geringer, dus ook de stroomsnelheid minder, en moet de rivier een grooter dwarsprofiel hebben om hetzelfde vermogen te behouden. Bij het bepalen der normaallijnen moet dikwijls tastenderwijs te werk worden gegaan, daar de breedte-afmetingen van een te normaliseeren riviervak slechts bij benadering door berekening kunnen worden gevonden, wegens de moeilijkheid om alle van invloed zijnde factoren in de berekening op te nemen. Practische kennis, en bekendheid met plaatselijke omstandigheden, zijn hierbij van veel waarde.

Zijn de normaallijnen op de kaart vastgesteld, dan kunnen zich ten opzichte van de oevers drie gevallen voordoen. De normaallijn kan samenvallen met den bestaanden oever, hij kan landwaarts van den oever vallen, er moet dus verbreeding plaats vinden, of — en dit laatste komt het meest voor — de normaallijn valt binnen de bestaande oevers; de rivier is te breed en moet dus worden versmald.

Hierbij valt op te merken, dat die versmalling alleen mag worden uit-

gevoerd voor rivierstanden, ongeveer gelijk met M. R. en daaronder; bij hoogere standen moet de rivier met vol vermogen kunnen blijven werken.

Bij een te smalle rivier moeten de oevers worden afgegraven en weggebaggerd en zoo noodig de dijken worden achteruitgebracht; het afkomende zand wordt gebruikt voor het aanvullen van uitgeschuurde geulen enz.

De versmalling van de rivier wordt verkregen door het uitbouwen van met steen verdedigde dammen, *kribben* genaamd, die met de kruin ongeveer op M. R. liggen.

De lengte van een krib bedraagt dus den afstand van den oever tot de normaallijn; door voor alle kribben afzonderlijk de lengten te bepalen, komen de koppen dezer werken in een flauw gebogen lijn te liggen; dit is noodig, daar vooruitspringende kribben spoedig door den stroom zouden worden aangetast en ook gevaarlijk voor de scheepvaart zijn.

Is door het bouwen van kribben het rivierbed vernauwd, dan ontstaat er grootere snelheid in het afstroomende water en is dit in staat, de vaargeul op diepte te houden.

Het is niet goed, om dat uitschuren van het bed aan de rivier zelf over te laten, in de praktijk heeft dit tot allerlei bezwaren aanleiding gegeven; de regel is dus, dat door baggering de rivier op diepte wordt gebracht en dat zij zelf die diepte onderhoudt.

In verband met de steeds grooter wordende afmetingen der riviervaartuigen en met het oog op het streven om die afmetingen nog op te voeren, is het wenschelijk, te rekenen op een diepte van 3 M. beneden den laagsten waterstand.

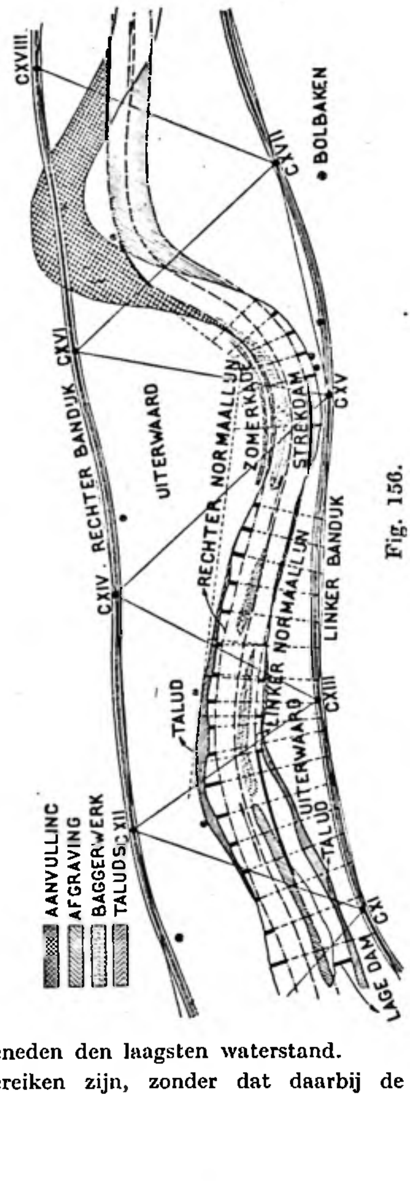


Fig. 156.

Dit zal echter niet altijd te bereiken zijn, zonder dat daarbij de

stroomsnelheid te groot, of de rivierbreedte te klein wordt, welke beide toestanden voor de scheepvaart ontoelaatbaar zijn, zoodat men zich in sommige gevallen met een mindere diepte zal moeten tevredenstellen.

Fig. 156 stelt een gedeelte van een genormaliseerd riviervak voor; daaruit blijkt, dat aan den hollen oever van een bocht de kribben het grootst in aantal zijn om den stroom uit dien oever te houden. Komen ten gevolge van een scherpe bocht de kribben zeer kort bij elkaar te liggen, dan worden zij soms vervangen door een *strekdam*; dat is een verdedigde dam van vrijwel dezelfde constructie als een krib, die echter evenwijdig aan de normaallijn is geplaatst.

In de vakken tusschen de kribben ontstaan derhalve watervlakten, waar weinig of geen stroom gaat en die dus langzaam aanslibben of verzanden.

De afstand der kribben moet voor ieder riviervak afzonderlijk worden bepaald; in 't algemeen is zij op de breede rivieren grooter dan op de smalle,

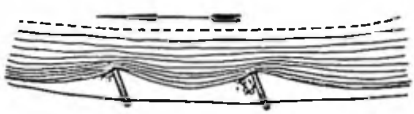


Fig. 157.



Fig. 158.



Fig. 159.

maar altijd zóó klein, dat de tusschen de kribben gelegen oever niet door den stroom kan worden aangetast.

Op de breede Waal bedraagt de gemiddelde afstand 100 à 200 M., op den Rijn niet méér dan 150 M., en op de smalle Maas slechts 60 à 80 M., in scherpe bochten soms niet meer dan 50 M. Met het oog op de bescherming van den oever neemt men den afstand niet grooter dan tweemaal de kriblengte.

Ook de richting van de kribben ten opzichte van de normaallijn is verschillend. De richting loodrecht op die lijn, wordt in ons land gewoonlijk toegepast; een draaien van de lengte-as der krib in benedenwaartsche richting (fig. 157) is wel bevorderlijk voor de afstrooming van het rivierwater, maar drijft den stroom naar den oever, die daarvan nadeelige gevolgen ondervindt.

De stroomopwaartsche richting, die in Duitschland veel wordt toegepast,

werkt min of meer remmend op de afstrooming, maar leidt den stroom naar het midden der rivier, hetgeen een voordeel is (zie fig. 158). Door sommigen wordt daarom voorgesteld, de kribben te bouwen zooals fig. 159 aangeeft; deze ligging vereenigt de voordeelen van de eerste en de tweede methode. Het denkbeeld verdient zeer zeker overweging, waarbij echter niet mag worden vergeten, dat de uitvoering van een krib met benedenwaarts omgeknikten kop zeker niet gemakkelijk is.

Het is begrijpelijk, dat een normaliseeringsplan niet in korten tijd kan worden uitgevoerd en dus ook de kribben niet alle tegelijk kunnen worden gebouwd; men zal derhalve op die plaatsen, waar dit het allereerst geëischt wordt, beginnen met het uitvoeren der noodige werken.

De voltooiing der normalisatie van een riviervak brengt soms zulke groote veranderingen in de nevenliggende vakken teweeg, dat het daarvoor reeds gemaakte plan dikwijls geheel moet worden gewijzigd; ook kunnen tijdens de normalisatie de aan de rivier gestelde of te stellen eischen sterk worden gewijzigd, waaruit volgt, dat een normalisatieplan voor een groote rivier gewoonlijk voortdurend moet worden omgewerkt om aan de veranderde behoeften te blijven aanpassen.

Het afsnijden of verkorten van bochten geschiedt door eerst den nieuwen loop te graven en te baggeren, en daarna of tegelijkertijd in de afbuiging van de oude bocht een dam te leggen, die tot rivierdijkshoogte wordt opgehoogd en verzwaard. Het benedengedeelte wordt open gelaten, of, om bezinking en aanslibbing te bevorderen, door een lagen dam afgesloten (fig. 156). De door het graven van het nieuwe gedeelte verkregen grond kan worden gebruikt om het bed van het afgesneden gedeelte aan te vullen.

Stroomsplitsingen worden verwijderd, door den minst belangrijken arm aan de bovenzijde af te dammen en den anderen door verruiming een behoorlijk dwarsprofiel te geven. Bovendien kan men door het uitbrengen van dammen den stroom door de nieuwe geul leiden (fig. 156). De afgedamde arm slibt langzaam dicht.

De vaargeul, die gewoonlijk den stroomdraad volgt, wordt aangeduid door z.g. „*bolbaken*", die in het verlengde van de vaarrichting op den wal zijn uitgezet (fig. 156). Vooral bij hooge waterstanden zijn deze bolbaken voor de scheepvaart onmisbaar.

Zij bestaan uit lange, witgeverfde sparren, waarop een in de nationale kleuren beschilderd lichaam is geplaatst, bestaande uit twee afgeknotte kegels met gemeenschappelijk grondvlak. Deze zijn vervaardigd van plaatijzer; vroeger maakte men ze veel van teenen, die op de wijze van een mand in elkaar werden gevlochten.

Ondiepten, zandbanken enz. worden aangegeven door „*bakentonnen*". Dit zijn waterdicht geklonken plaatijzeren tonnen of boeien, die ongeveer den kegelvorm hebben. Zij worden rood of zwart geverfd; de roode tonnen

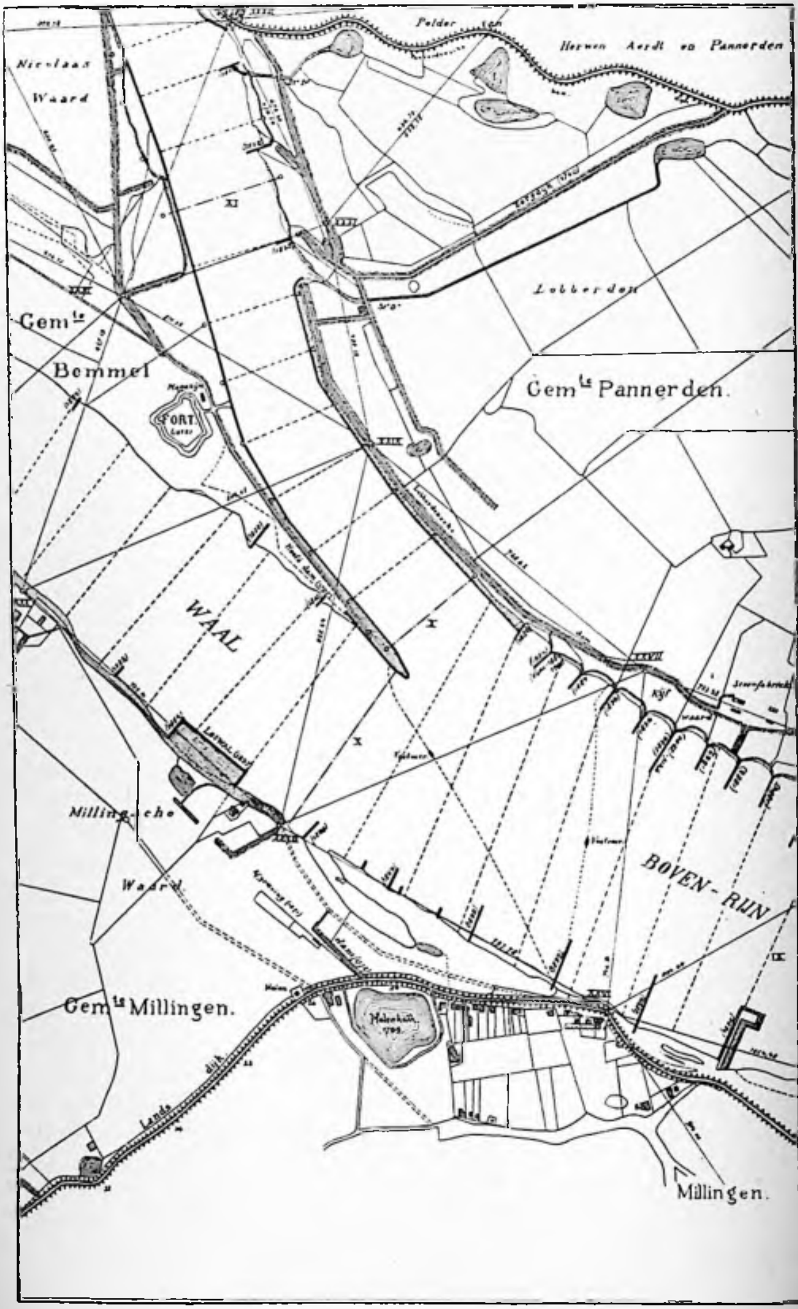

Polder
Herwen Aerdt en Pannerden
Nicolaas
Waard
XI
Gem^te
Bemmel
FORT
Lobberden
Gem^te Pannerden.
WAAL
X
Millingsche
Waard
BOVEN-RIJN
IX
Gem^te Millingen.
Millingen.

Fig. 160.

worden zoodanig bevestigd, dat de top van den kegel zichtbaar is, terwijl bij de zwarte tonnen het grondvlak van den kegel boven water komt.

Fig. 160 geeft ten slotte de situatie van de Rijnsplitsing bij Pannerden,



Fig. 161.

terwijl fig. 161 voorstelt een riviergedeelte met kribben en een begroeide uiterwaard.

HOOFDSTUK XIV.

RIVIERDIJKEN.

§ 62. **Ligging en dwarsprofiel.** Uit den aard der zaak heeft een rivierdijk een geheel ander karakter dan een zeedijk.

In den regel is de laatste meer aan de werking van het water en den golfslag blootgesteld dan de eerste, waar tegenover staat, dat een zeedijk slechts gedurende korten tijd — bij hooge vloeden — de werking van het water heeft te weerstaan, terwijl een rivierdijk soms weken lang hooge waterstanden moet keeren, waarbij echter de golfslag slechts geringe afmetingen aanneemt.

Zooals hiervoor reeds is gebleken, worden de zomervloeden op de rivieren gekeerd door zomerkaden, die daartoe met een gering dwarsprofiel volstaan kunnen en zich alleen kenmerken door een flauw binnentalud, om het overstroomen der uiterwaarden geleidelijk en zonder grondverlies te doen plaats hebben. Niet altijd is een zomerkade duidelijk afgeteekend; achter de kade is de uiterwaard soms zoo hoog aangeslibd, dat het binnentalud niet meer te onderscheiden is; in enkele gevallen is de uiterwaard zóó hoog, dat zomerkaden overbodig zijn (fig. 156).

De bandijken of winterdijken liggen op gepasten afstand van de zomerkaden, om in den winter en in het voorjaar het winterbed genoegzame breedte te geven om het boven- of opperwater te kunnen afvoeren.

Bij den aanleg der dijken, die ongeveer samenvalt met de komst der eerste bewoners van ons land, heeft men zich met rivierloopkunde al heel weinig ingelaten; nu en dan legde men een stukje dijk aan, en om het grondverzet zoo gering mogelijk te doen zijn, zocht men daarvoor de hoogste plaatsen uit; hieruit is o.a. te verklaren, dat het winterbed onzer rivieren op sommige plaatsen te smal en op andere weer veel te breed was, en toen in den loop der eeuwen de bedijking meer en meer aaneengesloten werd, gaven vooral deze insnoeringen in het winterbed tallooze malen aanleiding tot dijkdoorbraken enz.

Het dwarsprofiel der dijken was vroeger ook veel kleiner dan tegenwoordig, zoodat meermalen groote uitgestrektheden lands langs de groote rivieren onder water werden gezet. In 't begin ondervonden slechts enkelen hiervan

overlast; toen men echter meer en meer begon met het bebouwen van den bodem, werd ook het streven krachtiger, zich voor overstroomingen te vrijwaren, en werden de rivierdijken geleidelijk hooger en zwaarder gemaakt. Ook nog een andere omstandigheid noopte daartoe. Het is n.l. een vaststaand feit, dat de rivierstanden in den loop der tijden langzaam zijn gestegen. Hiervoor kunnen verschillende oorzaken worden opgesomd, waarvan de voornaamste zijn: het normaliseeren van den bovenloop onzer rivieren in het buitenland, en het exploiteeren der bosschen in hun stroomgebied. Door het normaliseeren worden bochten afgesneden, beletselen opgeruimd enz., waardoor de door het water af te leggen weg korter wordt en dit dus spoediger afstroomt, wat tot verhooging der rivierstanden op het benedengedeelte aanleiding moet geven. Verder wordt door het opruimen van bosschen belangrijk minder neerslag gebonden dan voorheen, en dit water, dat nu voor de voeding der boomen en planten enz. niet meer noodig is, moet door de rivier worden afgevoerd.

Ten slotte is de algemeene daling van den bodem oorzaak, dat de rivierstanden hoogere dijken eischen dan voorheen; er zijn dijken, waarvan het dwarsprofiel het dubbele oppervlak van vroeger heeft.

Evenals een zeedijk, moet ook een rivierdijk in staat zijn, de hoogst voorkomende waterstanden te keeren, en moet hij daartoe voldoende hoog en breed zijn. De hoogte moet ruim die van den hoogsten waterstand zijn, waarbij er dan op moet gerekend worden, dat bij ijsverstoppingen op een bepaalde plaats, bij invallenden dooi, het daarboven gelegen riviervak sterk met water wordt bezwaard.

Langs onze rivieren zijn de kruinen der dijken gewoonlijk als rijweg ingericht, waardoor een kruinsbreedte van minstens 4 M. vereischt wordt, die op bepaalde afstanden door wisselplaatsen tot 6 à 8 M. wordt verbreed, om geladen hooiwagens e. d. gelegenheid te geven elkaar te passeeren.

Bij het bepalen van de kruinshoogte moet er op gerekend worden, dat de wegverharding uit materiaal bestaat, dat te grof is om waterkeerend te zijn, zoodat de onderkant der verharding op voldoende hoogte moet liggen.

Voorts zij men er op bedacht, bij eventueele verhooging van den dijk de bestaande wegverharding geheel op te nemen; doet men dit niet, dan geeft de daardoor ontstaande poreuze laag in het dijkprofiel bij hooge waterstanden aanleiding tot afschuiving van het bovengedeelte.

De rivierdijken zijn — tenzij zij geen voorland hebben en dus schaardijk zijn — behalve op enkele blootgestelde punten, bij uitmondingen van sluizen enz., niet verdedigd; de praktijk wijst uit, dat een dichte grasbezetting van het buitentalud voldoende bescherming oplevert.

Een flauw buitentalud is echter noodig; hellingen van 1:3 tot 1:10 zijn gewoonlijk voldoende, terwijl voor het binnentalud met 1:2 kan worden volstaan.

Ook bij een rivierdijk is de ondergrond, waarop het dijkslichaam rust, een hoogst belangrijk element, nog méér zelfs dan bij een zeedijk, omdat een waterdoorlatende ondergrond veelal niet in staat is, den dikwijls weken lang aanhoudenden waterdruk, door hooge rivierstanden veroorzaakt, voldoende te keeren, zoodat het water onder den dijk door wordt geperst, en alzoo aan de binnenzijde van den dijk te voorschijn komt. Dit verschijnsel noemt men „*kwel*" en het daardoor aangevoerde water „*kwelwater*". Bijna alle polders langs onze rivieren hebben bij hooge waterstanden last van kwelwater, doordat de dijken, zooals men zegt, op „slecht staal" rusten. Zeer sterk treedt dit verschijnsel o. a. op in het land van Maas en Waal en langs den Noorder Lekdijk van Vreeswijk tot Schoonhoven. De rivier



Fig. 162.

de Linge, tusschen Rijn en Waal, wordt voor een groot gedeelte door het kwelwater dezer rivieren gevoed, zoodat haar waterstanden met die van de genoemde rivieren op en neer gaan.

Om dit kwelwater zooveel mogelijk te stuiten, zijn langs verschillende dijken z.g. „*kwelbermen*" aangebracht (fig. 151), die zooveel mogelijk uit zuivere klei bestaan. Ze zijn aan de binnenzijde van den dijk aangebracht en kunnen dus niet verhinderen, dat het dijkslichaam met water wordt verzadigd. Op enkele plaatsen kan de kwel zóó sterk optreden, dat er bij hoogen rivierwaterstand een vrijwel onafgebroken watertoevoer van buiten naar binnen ontstaat; in dat geval legt men om een dergelijk punt een „*kwelkade*" aan (fig. 162); in de daardoor ontstane kom wordt het binnen-

tredende water dan verzameld en door een afsluitbaren duiker op het polderwater gebracht.

De rivierdijken worden opgeworpen uit zand, of zand met klei, en met een zware kleilaag afgedekt. De klei hiervoor wordt uit de uiterwaarden betrokken, ongeveer op dezelfde wijze als dit bij den aanleg van zeedijken is omschreven, dus uit z.g. „dijksputten"; de verskade wordt hier niet toegepast. Overigens geschiedt het gereedmaken van den grondslag en de ophooging van het dijkslichaam geheel op dezelfde wijze als voor zeedijken is beschreven.

Ook hier worden ten behoeve van de te maken opritten geen ingravingen in den dijk toegelaten; de opritten aan de buitenzijde van den dijk worden evenwijdig aan dezen gelegd, om bij hooge standen, wanneer het water van dijk tot dijk staat, de afstrooming niet te belemmeren.

Een enkele maal treft men in een rivierdijk insnijdingen (coupures) aan, ten einde, zonder de voor het verkeer hinderlijke op- en afritten, een buitendijks gelegen haven, opslagplaats enz. te kunnen bereiken. Een dergelijke coupure wordt begrensd door zware rechtstandsmuren, welke van dubbele schotbalksponningen zijn voorzien; de opening kan ook met een enkele deur, of met puntdeuren worden afgesloten. Bij hooge waterstanden worden schotbalken ingelaten of de deuren gesloten, en alzoo de opening gedicht. Zoodra het water voldoende is gevallen, worden de schotbalken weer uitgenomen of de deuren geopend.

§ 63. **Dijkdoorbraken.** Dijkdoorbraken bij rivierdijken ontstaan, evenals bij zeedijken, door wegzakking van het binnentalud, veroorzaakt door het over de kruin stroomende water; door verzakking van den dijk ten gevolge van doorweeking van den ondergrond; door het min of meer vloeibaar worden van de specie, waaruit het dijkslichaam bestaat, waardoor het binnentalud wegschuift; en een enkele maal, wanneer de hooge waterstand met storm gepaard gaat, door afslag van het buitentalud, waardoor kruinsverlaging plaats vindt.

Beter dan bij zeedijken, waar door den hevigen golfslag het verkeer op den dijk in tijd van nood vrijwel uitgesloten is, kan bij een rivierdijk een ramp soms nog voorkomen worden, door het plaatselijk ophoogen van wegzakkende dijksgedeelten, door het afdekken met zeilen van een binnen talud dat gevaar loopt uit te zakken, door het aanbrengen van damwanden, waartusschen klei of mest wordt aangebracht, enz.

Is echter de doorbraak eenmaal een feit, dan kan alléén worden getracht de opening in den dijk zoo klein mogelijk te houden, door de uitschurende werking van het binnenstroomende water te belemmeren. Men doet dit, door de afbrokkelende kanten der opening te verdedigen met zakken zand, met baardwerk, met steenbestorting enz. Door de doorbraak wordt de

rivier plaatselijk ontlast, zoodat het peil wat lager wordt, hetgeen de dijken ten goede komt.

Zoodra het water weer voldoende is gevallen, kan met de dichting van de doorbraak worden begonnen. Op de plaats, waar eens de dijk was, en daarnaast aan de binnenzijde heeft dikwijls door het instroomende water zóó'n ontgronding plaats gehad, dat er een gat — een z.g. *„wiel"* — van vele meters diepte is ontstaan, dat alleen ten koste van zeer veel grondwerk kan worden gedicht. Men legt daarom veelal den nieuwen dijk boogvormig om het wiel heen (fig. 163).

Ondanks alle voorzorgen, die bij het maken van den nieuwen dijk worden in acht genomen, doet zich toch dikwijls het verschijnsel voor, dat een wiel in gemeenschap blijft met het rivierwater en dus de waterstand daarin



Fig. 163.

met dien in de rivier op en neer gaat. Daarom is het dikwijls noodig, deze wielen of kolken te omkaden (fig. 162 en 163). Zie verder § 37.

§ 64. **Riviercorrespondentie, dijkleger.** Reeds eerder werd opgemerkt, dat de zorg voor de normalisatie der rivieren benevens het onderhoud van het stroombed berust bij het Rijk, terwijl het onderhoud der dijken is opgedragen aan de besturen der aanliggende polders en waterschappen.

Er zijn echter in tijden van hooge waterstanden te groote belangen bij het behoud der rivierdijken betrokken, dan dat het Rijk zich daaraan geheel zou mogen onttrekken.

Daarom wordt van Rijkswege, wanneer er hooge waterstanden worden verwacht, de z.g. *„riviercorrespondentie"* ingesteld, hierin bestaande, dat verschillende posten langs de rivieren door personeel van den Rijks-Waterstaat worden bezet. De taak van dit personeel — Ingenieurs en Technische Ambtenaren — bestaat in het verrichten en doen verrichten van ver-

schillende, door hen noodig geachte waarnemingen, en in een adviseerend optreden bij dreigend gevaar.

Bovendien moeten alle inkomende berichten betreffende val, was enz. der rivier, benevens de toestand op gevaarlijke plaatsen, zoodra mogelijk aan den volgenden post worden doorgegeven, waartoe tegenwoordig een ruim gebruik wordt gemaakt van telegraaf en telefoon. Vroeger liet dit overbrengen van berichten, die toch soms van 't hoogste belang waren, nogal eens wat te wenschen over, daar dit meestal te voet of te paard moest geschieden.

Uit de bewoners der langs de rivier gelegen plaatsen wordt een z.g. „*dijkleger*" gevormd, met het doel om op bedreigde plaatsen in korten tijd eenig personeel te kunnen samentrekken, dat met locale toestanden bekend is en waarmede soms door krachtig ingrijpen een doorbraak kan worden voorkomen. Het dijkleger wordt verdeeld in dijkwachten, onder bevel staande van een rotmeester [1]). De dijkwachten zenden voortdurend patrouilles uit, die nauwkeurig op alle verschijnselen, den waterstand en den dijk betreffende, acht geven en deze bij terugkomst rapporteeren. Zoodoende is de dijk over de geheele lengte van het bedreigde riviervak aan een nauwkeurige waarneming onderworpen en kunnen bij dreigend gevaar onder deskundige leiding de noodige maatregelen worden getroffen.

De riviercorrespondentie wordt ingesteld, wanneer het water gewassen is tot 1.40 M. à 1.60 M. onder het „*noodpeil*" (N. P). Hieronder verstaat men de hoogte van de kruin van den dijk ter plaatse.

Om bij dreigende dijkdoorbraak onmiddellijk de noodige materialen bij de hand te hebben, zijn langs de rivierdijken — voornamelijk in de minder gunstige vakken — verschillende soorten materialen opgeslagen, zooals rijshout, staken, palen, zandzakken enz.

---

[1]) Deze benaming is niet algemeen.

HOOFDSTUK XV.

VERDEDIGING VAN RIVIEROEVERS EN -DIJKEN.

§ 65. Algemeen overzicht. Ook bij de verdediging van rivieroevers en rivierdijken wordt onderscheid gemaakt tusschen de verdediging boven en onder den waterspiegel, waarvoor in 't algemeen M. R. wordt aangenomen. Zooals reeds werd vermeld, worden — behoudens enkele uitzonderingen — de taluds der dijken alléén verdedigd, wanneer de dijk schaardijk is en het buitentalud aan ontgronding door uitschuring blootstaat. De glooiingen, die daartoe worden aangebracht, kunnen, omdat ze vrijwel uitsluitend aan strooming en slechts in geringe mate aan golfslag blootstaan, van lichte samenstelling zijn. Glooiingen van puin tusschen staakrijen, lichte basaltglooiingen en spijkerglooiingen, zooals die bij de zeeweringen werden beschreven, worden aan rivieren veelvuldig toegepast.

De verdediging onder water geschiedt op soortgelijke wijze als bij onderzeesche oevers, door afdekking met een rijzenmat, die door beballasting naar den bodem wordt gebracht.

Wegens den gewoonlijk vrij sterken stroom — voornamelijk op de bovenrivieren — kan een gewoon zinkstuk hier niet worden toegepast, omdat dit niet in stroomend water kan worden gemaakt of gezonken.

Daarom wordt de oever afgedekt met een „*bleeslaag*", een constructie, bestaande uit wiepen en bossen rijshout, die, in tegenstelling met een zinkstuk, op de plaats zelf wordt vervaardigd, geballast en gezonken. De bleeslaag wordt aangewend, wanneer het water steeds in dezelfde richting stroomt, en dient, behalve voor oeververdediging, ook als bodemafdekking onder een krib, voor het beschermen eener grond- of zandaanvulling tusschen twee of meer kribben, voor het herstellen van kribben en strekdammen, enz.

Op den Rijn, de Waal en den IJsel wordt de z.g. *Hollandsche bleeslaag* toegepast; alleen op het Limburgsche gedeelte van de Maas vervaardigt men een ander type, *de Limburgsche bleeslaag*, die in samenstelling van de Hollandsche afwijkt.

Bleeslagen voor oeververdediging worden in den zomer gemaakt, wanneer de waterstand ongeveer M.R. is. Blijft deze eenigen tijd op dezelfde hoogte,

dan kan de bleeslaag over groote lengte uit één stuk worden vervaardigd; men heeft wel bleeslagen gemaakt van 2 K.M. lengte. Is echter de waterstand afwisselend, dan is het beter, iederen dag het gemaakte bleeswerk te zinken. Om zeker te zijn, dat het volgende gedeelte bij de aansluiting niet op het voorgaande komt te liggen, wordt er tusschen de verschillende stukken eenige Meters open gehouden, welke opening later kan worden bijgestort.

§ **66. De Hollandsche bleeslaag.** Een Hollandsche bleeslaag wordt als volgt samengesteld. Allereerst wordt begonnen met in den oever of in het dijkstalud een horizontaal gedeelte — *het banket* of *de sponde* — ter breedte van 1 à 2 M. uit te graven. De hoogte van het banket komt ongeveer met den waterspiegel overeen (fig. 164).

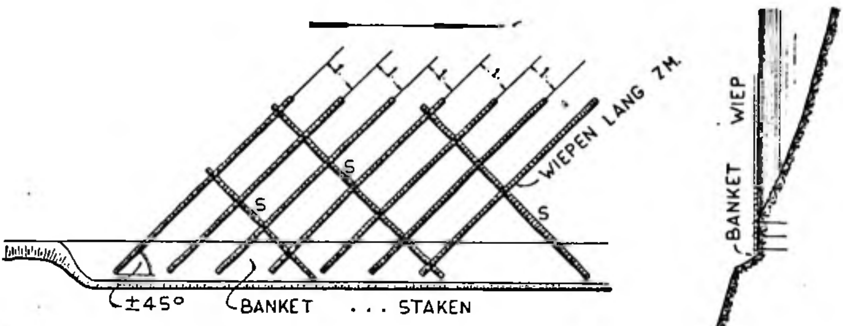


Fig. 164.

Op dit banket worden, onder een hoek van ± 45° met de normaallijn en stroomafwaarts gericht, wiepen gelegd, op afstanden van ± 1 M., welke stevig op het banket door middel van staken worden vastgespeld. Om het afbuigen der wiepen door den stroom te beletten, worden zij gesteund of geschoord door de wiepen S; de verbinding dezer schoorwiepen geschiedt met stevige banden of teenen.

De wiepen krijgen een lengte van ongeveer 7 M. Is de stroom sterk, dan wordt de bovenste wiep wel dubbel genomen; soms is het noodig, den bovenhoek van de bleeslaag te verankeren. De drijvende wiepenlaag verricht nu blijkbaar dezelfde functie als het onderroosterwerk bij een zinkstuk.

Over de wiepen wordt een rijslaag aangebracht, in strooken van ongeveer 1.50 M. breedte, *uitschotten* genaamd (fig. 165). Voor een goede aansluiting op den bodem worden de uitschotten als uitschotlaag bewerkt en komen dus de boleinden der bossen aan de bovenzijde in 't gezicht. Zoodra de eerste uitschot is gelegd, wordt hij op z'n plaats gehouden door wiepen, die boven en naast de eerst gelegde worden aangebracht en daaraan met taaie banden worden verbonden. Voor deze verbinding kunnen ook korte staken worden

gebruikt, die door de wiepen in de onderliggende rijslaag worden geslagen; men zorge er dan voor, dat de staken niet verder reiken dan tot den onderkant der rijslaag (fig. 165 doorsnede C—D), anders blijft de bleeslaag op de uitstekende staken hangen en wordt er geen voldoende aansluiting aan den bodem verkregen.

De bovenwiepen van den eersten uitschot worden nu onderwiepen van den tweeden uitschot enz., en iedere uitschot wordt dus tusschen onder- en bovenwiepen vastgeknepen (fig. 165 doorsnede A—B).

Zoo wordt voortgegaan met uitschotten leggen en wiepen uitschieten, totdat de vereischte breedte van het werk is bereikt. Men kan nu de rivierzijde van het bleeswerk vormen, door de wiepen zoodanig van lengte te maken, dat het bleeswerk de vereischte breedte verkrijgt; men kan echter ook de wiepen alle 7 M. lang laten en ze aan de rivierzijde in de lengterichting van het werk ombuigen; dit is aan te bevelen, daar hierdoor aan de buitenzijde van het werk een stevige zoom wordt gevormd.

Zooals vrijwel vanzelf spreekt, wordt met het leggen van iederen uitschot aan den oever begonnen, en liggen de bleezen stroomopwaarts; het gedeelte van den uitschot dat op het banket valt, wordt daarop met staken tusschen de banden der bossen vastgespeld. De bossen rijshout worden voor de uitschotten gewoonlijk niet opengesneden, maar goed gesloten naast elkaar gelegd, zoodat er 8 à 10 in de breedte van den uitschot komen. Met iedere rij bossen springt men in de lengterichting van den uitschot ongeveer 1.50 à 2 M. vooruit; dit is overigens afhankelijk van de meer of mindere kloekheid en zwaarte der bossen, en houdt bovendien verband met de dikte, die men aan de bleeslaag wil geven.

Over het beschreven vlechtwerk van uitschotten en wiepen wordt nu eerst een spreilaag van los rijshout gelegd, gedeeltelijk tusschen de wiepen en ook daar overheen, om een glad en effen draagvlak te verkrijgen voor de na te noemen deklaag. De wijze van leggen dezer spreilaag is vrij onverschillig, daar de laag alleen een opvullende functie heeft; wel zorge men er voor, dat ze kruiselings over de uitschotten komt. Overigens kan men zoowel van de land- als van de rivierzijde beginnen met het leggen, waarbij het gewenscht is, langs de rivierzijde van het werk het hout wat dikker te spreiden, om het bleeswerk aan den rand wat meer stevigheid te verleenen.

Over het spreidsel wordt de deklaag gelegd, die, om een effen bovenvlak te verkrijgen, als aftreklaag wordt bewerkt; de bleezen liggen nu, in tegenstelling met die der uitschotten in stroomafwaartsche richting en de bossen maken ongeveer denzelfden hoek met de oeverlijn als de uitschotlagen; soms wordt ook wel voorgeschreven, dat de richtingen elkaar eenigszins moeten kruisen. Men begint met het leggen der deklaag langs den oever en legt de eerste rij bossen met de bouteinden op het banket; vervolgens wordt regelmatig naar de rivierzijde van het werk afgetrokken, telkens 0.70 à 1 M.

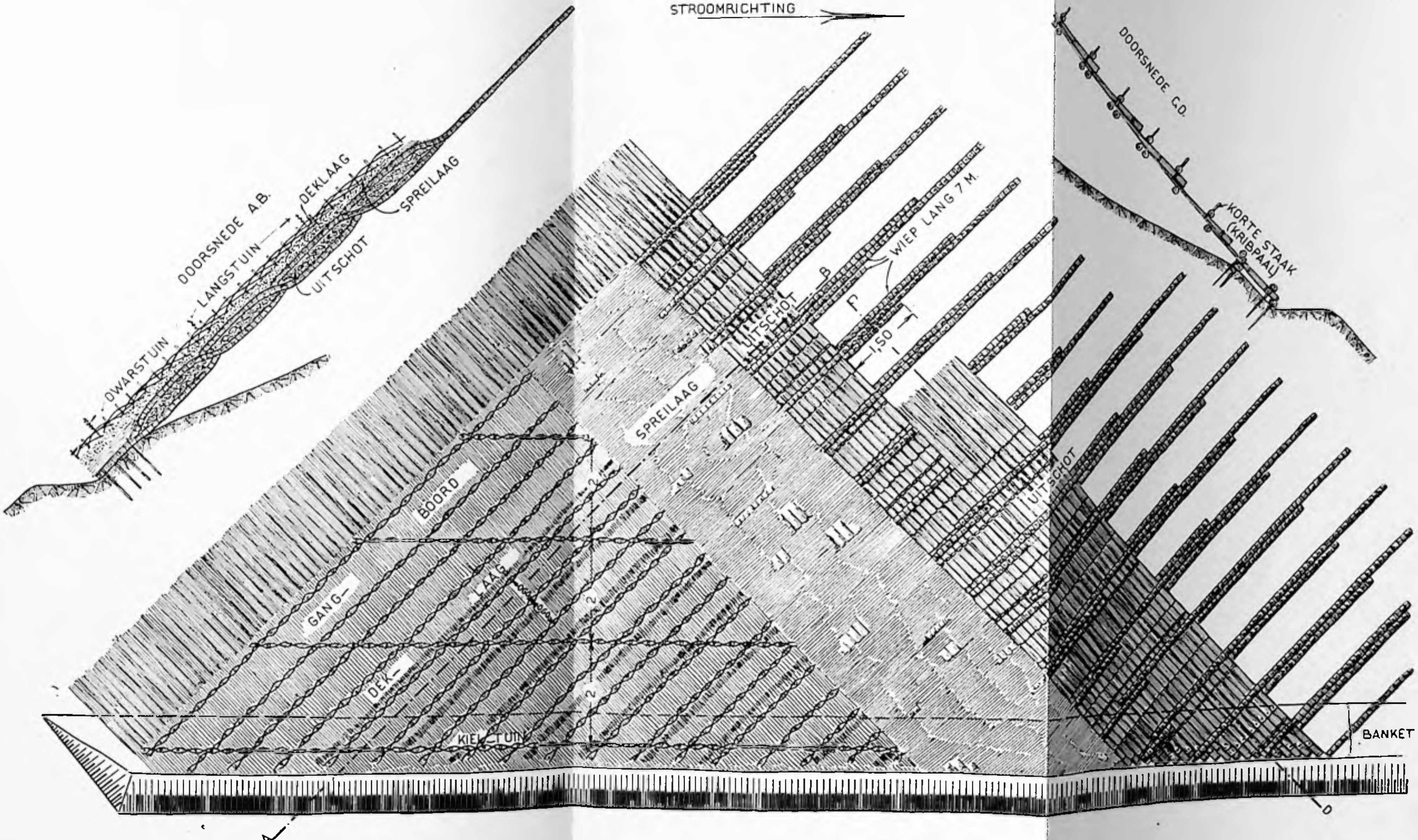

STROOMRICHTING
DOORSNEDE A.B.
LANGSTUIN
DEKLAAG
SPREILAAG
UITSCHOT
QWARSTUIN
DOORSNEDE C.D.
KORTE STAAK (KRIBPAAL)
WIEP LANG 7 M.
UITSCHOT
1.50
SPREILAAG
BOORD
GANG-
DEK-
LAAG
KIELTUIN
BANKET

Fig. 165.

achteruitspringend, zoodat langs den buitenkant van het bleeswerk ook weer bouteinden in 't gezicht komen. De banden der bossen voor de deklaag worden bij het verwerken losgesneden.

Is de deklaag voor een gedeelte voltooid, dan wordt met het aanbrengen der vlechttuinen begonnen, welke evenals bij een zinkstuk dienen, om het geheel meer stevigheid te geven en om het afschuiven van den ballast te beletten. Langs de buitenranden van de bleeslaag worden eerst twee evenwijdige tuinen geplaatst, op ongeveer 0.80 M. afstand, die het gangboord vormen en die, evenals de na te noemen kieltuin langs den oever, uit zwaar materiaal bestaan. Na de vorming van het gangboord worden de dwarstuinen geplaatst, die evenwijdig loopen aan de wiepen en 0.60 M. afstand hebben. Over de dwarstuinen heen komen de langstuinen, evenwijdig aan den oever, met een tusschenruimte van 2 M. De laatste dezer langstuinen, de z.g. kieltuin, hecht het bleeswerk op het banket vast.

Bij de bovenomschreven wijze van werken zijn langs de binnenzijde van het gangboord aan de lange zijde van de bleeslaag twee tuinen noodig, één lage binnengangboordstuin, waartegen de dwarstuinen aanschieten, en één hooge, die over de einden der dwarstuinen heen gaat.

Men kan dezen dubbelen tuin door een enkelen vervangen, door eerst alleen de staken in te slaan, en na het vlechten der dwarstuinen den binnengangboordstuin er overheen te brengen. Deze manier is echter niet de sterkste.

Op het betuinen van de bleeslaag volgt het zinken, door het opbrengen van ballast, bestaande uit grind, puin of zinksteen. Eerst wordt de laag van af den oever zóóver geballast dat ze bijna zinkt; daarna begint men aan het boveneinde bij den oever de laag aan den grond te brengen. Aan dat bij den oever beginnen met het zinken, moet streng de hand worden gehouden, daar er anders gevaar voor plooien der bleeslaag bestaat, in welk geval ze den bodem niet gelijkmatig zou afdekken. De laatste ballast wordt uit een vaartuig op de reeds gezonken bleeslaag gestort.

Is de bovenbuitenhoek tijdens de bewerking van de bleeslaag door een anker op z'n plaats gehouden, dan wordt dit, even vóór met zinken begonnen wordt, losgemaakt.

Een afgewerkte bleeslaag heeft een dikte van ongeveer 0.60 M.

Wellicht ten overvloede zij er hier op gewezen, dat tijdens het maken eener bleeslaag de hierboven omschreven werkzaamheden vrijwel alle tegelijk in uitvoering zijn. Onmiddellijk na het leggen der eerste wiepen wordt met de uitschotten begonnen, en zoodra eenige uitschotten de volle lengte hebben, wordt reeds aangevangen met het leggen van de spreilaag en de deklaag; nadat deze over eenigen afstand gereed is, worden reeds de dwarstuinen gevlochten, die al spoedig door de langstuinen worden gekruist.

Nadat de bleeslaag over een lengte van ongeveer 50 M. is afgetuind, wordt aan het boveneinde met het ballasten begonnen en hiermede regelmatig voortgegaan; om afscheuren van het bleeswerk te voorkomen, moet men echter zorgen, dat men minstens 20 M. en bij groote diepte nog méér, bij het betuinen achterblijft.

De afmetingen eener bleeslaag worden bepaald door den afstand der buitenste gangboordstuinen wat de lengte betreft, en door den afstand van den buitensten gangboordstuin tot den op het banket gevlochten kieltuin voor de breedtemaat.

Met de afmetingen — voornamelijk wat de breedte betreft — zij men bij het maken eener bleeslaag niet te zuinig.

Door nauwkeurige peilingen wordt eerst de toestand van den oever opgenomen en in teekening gebracht; op de dwarsprofielen wordt de breedtemaat van de bleeslaag bepaald; het werk moet ruim de breedte van het talud hebben en liefst — met het oog op uitschuring — over een paar Meter breedte ook nog den vlakken rivierbodem afdekken.

De Hollandsche bleeslaag heeft in den regel een parallelogramvormigen

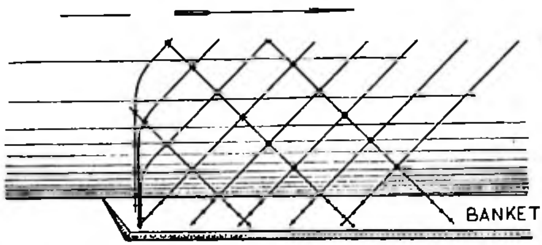


Fig. 166.

plattegrond; is het door omstandigheden noodzakelijk, aan het werk een rechthoekigen vorm te geven, dan kan dit verkregen worden, door de wiepen bij het begin en het einde om te buigen, zooals fig. 166 aangeeft.

§ 67. **De Limburgsche bleeslaag.** De Limburgsche bleeslaag wijkt in zooverre af van de Hollandsche, dat de wiepen niet onder een zekeren hoek de oeverlijn ontmoeten, maar evenwijdig daaraan liggen; zij worden aan den oever verbonden door z.g. *ankerwiepen*, die ± 3 à 4 M. afstand hebben (fig. 167). De wiepen zijn weer 7 M. lang, behalve de ankerwiepen, die even lang worden als de bleeslaag breed is.

De Limburgsche bleeslaag is in plattegrond een rechthoek.

Het eerste werk is weer het afvlakken van den oever over 1 à 3 M. breedte, door het graven van een banket, dat met den bovenkant even hoog ligt als de waterlijn.

Vervolgens worden op den oever twee ankerwiepen *A* op 3 à 4 M. afstand gelegd, waarbij de wiep aan de bovenzijde van het werk dubbel wordt genomen. Men bindt nu de buitenwiep *B* met stevige banden aan de ankerwiepen en schuift dit wiepenstel zoover waterwaarts, dat op 1 M. afstand van wiep *B* ook wiep *C* kan worden aangebracht.

Zoo wordt voortgegaan met het bevestigen van langswiepen aan de ankerwiepen, totdat de buitenwiep *B* op den juisten afstand uit de oeverlijn ligt. Ook bij dit type bleeslaag wordt bij eenige stroomsterkte de bovenhoek verankerd. Méér nog dan bij de Hollandsche bleeslaag, vermijde men het bevestigen der wiepen onderling, door het inslaan van staken of kribpalen; deze steken bijna altijd onder den onderkant van het werk dóór, zoodat de bleeslaag niet op den bodem drukt, maar op de punten der staken hangt, hetgeen met het oog op onderloopschheid zeer bezwaarlijk is.

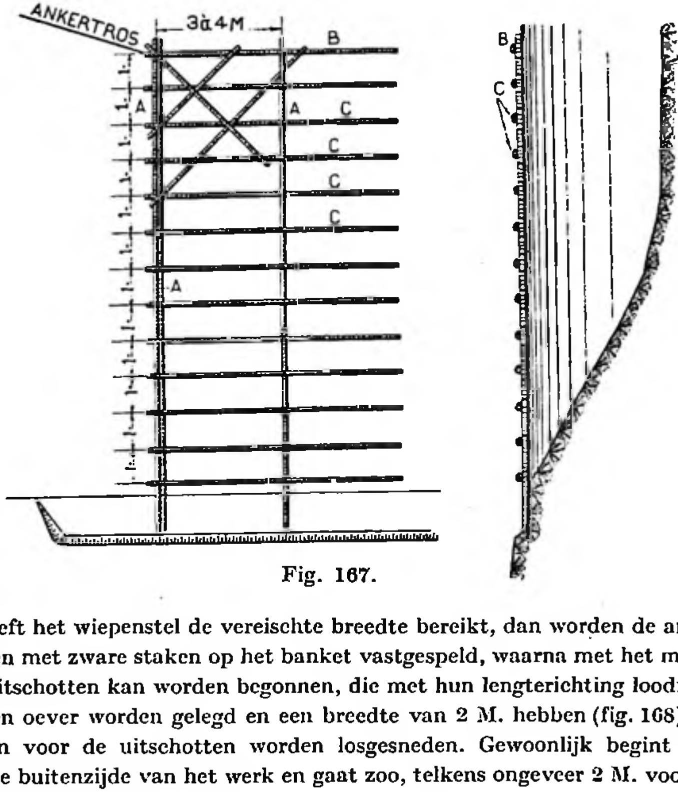


Fig. 167.

Heeft het wiepenstel de vereischte breedte bereikt, dan worden de ankerwiepen met zware staken op het banket vastgespeld, waarna met het maken der uitschotten kan worden begonnen, die met hun lengterichting loodrecht op den oever worden gelegd en een breedte van 2 M. hebben (fig. 168). De bossen voor de uitschotten worden losgesneden. Gewoonlijk begint men aan de buitenzijde van het werk en gaat zoo, telkens ongeveer 2 M. vooruitschietend, landwaarts; de laatste rij bossen wordt met de bouteinden op het banket vastgespeld. Bij het leggen van den eersten uitschot wordt

eerst wat los hout over de wiepen geworpen, waarop zware delen worden gelegd, die het werk min of meer begaanbaar maken. Voor de volgende uitschotten is dit niet meer noodig. Na het leggen van den eersten uitschot worden de bovenwiepen aangebracht en zoo stevig mogelijk met banden aan de onderliggende gekoppeld; deze bovenwiepen van den eersten uitschot worden weer — evenals bij de Hollandsche bleeslaag — onderwiepen voor den volgenden.

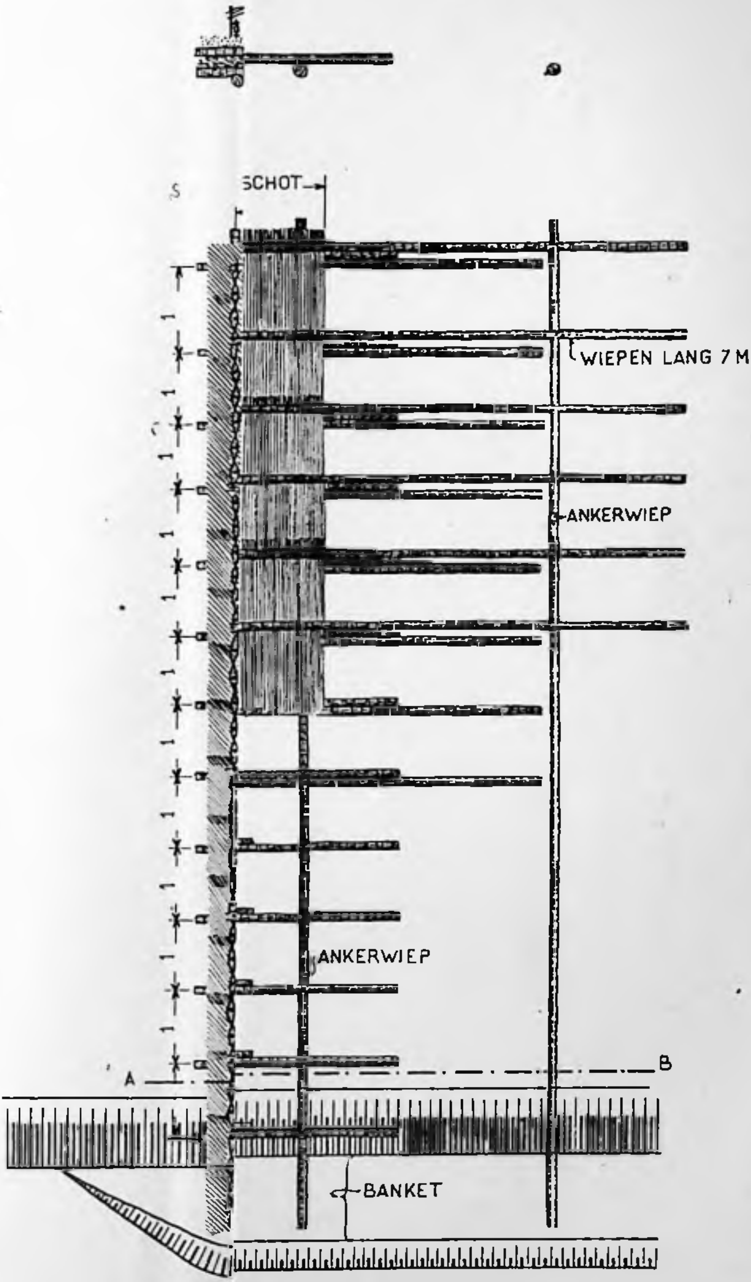
Wanneer het noodig is een ankerwiep uit te brengen, wordt deze aan de langswiepen, op het gemaakte werk, gekoppeld door zware banden en mèt deze vooruitgeschoven, waarna hij onmiddellijk op het banket wordt bevestigd. Op deze wijze gaat men voort met het leggen der uitschotten, totdat de gewenschte lengte van het bleeswerk is bereikt.

Een spreilaag wordt bij de Limburgsche bleeslaag niet aangebracht; in enkele gevallen legt men langs de lange buitenzijde een laag losgesneden bossen, met de bleezen stroomafwaarts gericht onder 45°, om den buitenzoom van het werk wat steviger te maken.

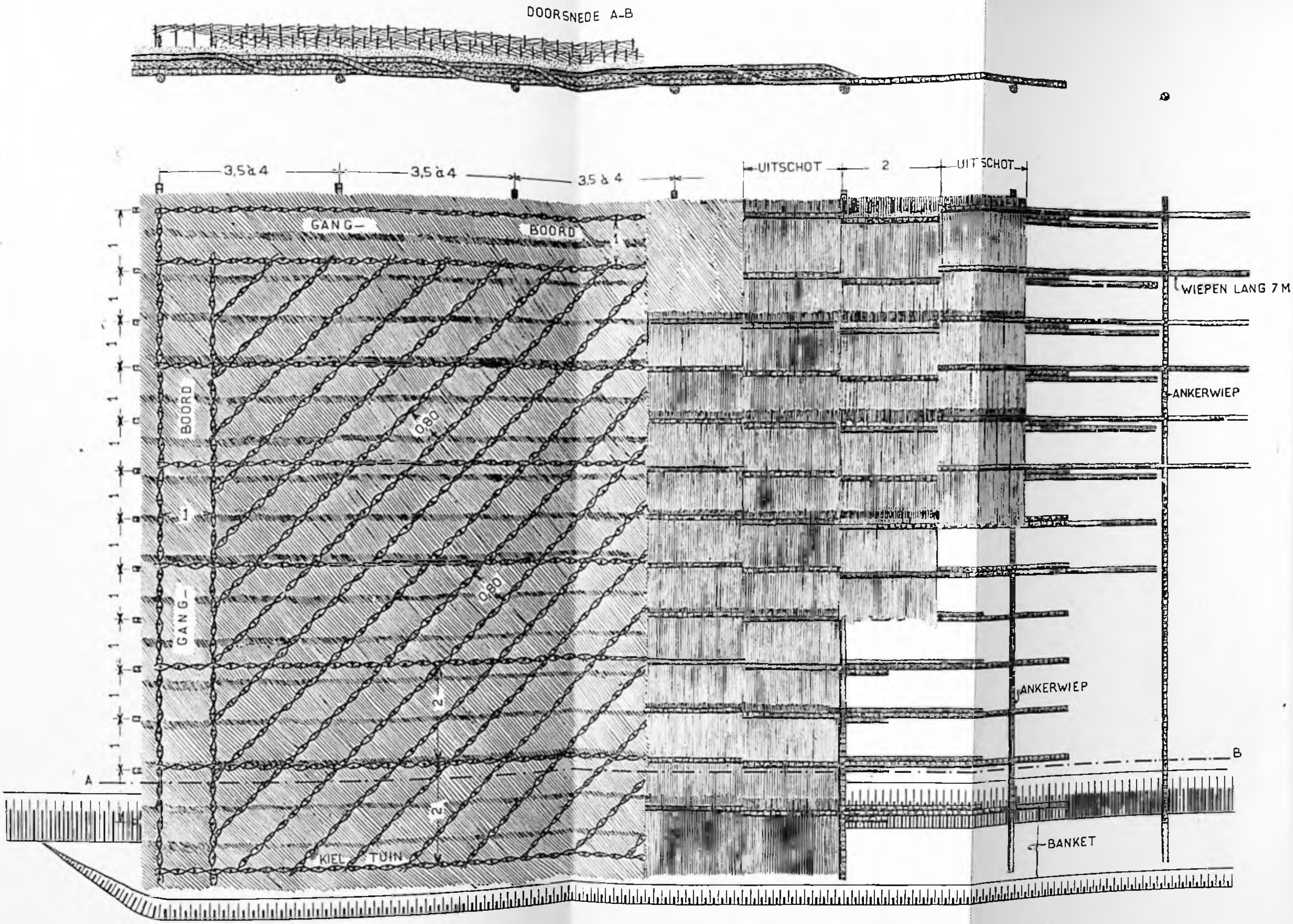
Over de uitschotten komt nu verder dadelijk de deklaag, die als aftreklaag wordt bewerkt. Langs de landzijde van het werk wordt een rij bossen met de boleinden op het banket en met de bleezen stroomopwaarts gelegd; de volgende lagen komen in tegenovergestelde richting, met de bleezen stroomafwaarts, waarbij de bossen een hoek van ongeveer 45° met de oeverlijn maken. Verder wordt regelmatig rivierwaarts afgetrokken, met de boleinden telkens 0.60 à 0.80 M. terugspringend, totdat deze de buitenkanten van het werk hebben bereikt. Ook voor de deklaag worden de bossen losgesneden.

Is eenmaal het aanbrengen der deklaag aan den gang, dan wordt begonnen met het betuinen. Nadat de staken voor den binnentuin van het gangboord zijn geslagen, en de buitenste omgaande tuin is aangebracht, worden eerst op 0.80 M. afstand de dwarstuinen gebreid, die de rijsbossen van de deklaag loodrecht kruisen. Over deze dwarstuinen worden de langstuinen gebreid; het gangboord wordt 1 M. breed, overigens komen de langstuinen weer 2 M. uit elkaar en gebruikt men hiervoor, met name voor den kieltuin, de zwaarste materiaalen. De dwarstuinen worden aan den binnengangboordstuin en aan den kieltuin met taaie banden stevig bevestigd. Na het betuinen volgt het ballasten en aan den grond brengen, dat geheel op dezelfde wijze geschiedt als voor de Hollandsche bleeslaag is beschreven.

Bij zeer sterken stroom is het niet raadzaam, een Limburgsche bleeslaag toe te passen, daar ze slechts om de 3 à 4 M. door een ankerwiep met den oever is verbonden; in dit opzicht moet ze het afleggen tegen de Hollandsche, waarvan iedere wiep op het banket is vastgespeld, en die dan ook bij den sterksten stroom nog kan worden gemaakt.



SCHOT
WIEPEN LANG 7 M
ANKERWIEP
ANKERWIEP
A
B
BANKET



DOORSNEDE A-B
3,5 à 4
3,5 à 4
3,5 à 4
UITSCHOT
2
UITSCHOT
GANG-
BOORD
WIEPEN LANG 7 M
ANKERWIEP
BOORD
0,80
0,80
GANG-
ANKERWIEP
A
B
BANKET
KIEL-TUIN

Fig. 168.

Overigens voldoet de Limburgsche bleeslaag zeer goed en is goedkooper dan de Hollandsche.

Voor het maken van een bleeslaag is iedere soort rijshout geschikt; bij voorkeur gebruikt men grof en zwaar rijshout, daar dit een groot drijfvermogen heeft en gemakkelijk wordt verwerkt. Brabantsch rijshout is wegens de kleine afmetingen voor bleeswerk niet aan te bevelen; toch wordt het wel een enkele maal gebruikt.

§ 68. **Bekleeding van den oever met platen van gewapend beton.**

Hoewel een bleeslaag een bij uitstek goed en goedkoop middel is ter verdediging van een talud onder de waterlijn, toch zijn er andere systemen, die haar trachten te verdringen. Een der meest bekende is dat van den Italiaan Villa, die den oever wil bekleeden met plaatjes of tegels van gewapend beton, welke een oppervlak hebben van 0.25 ×

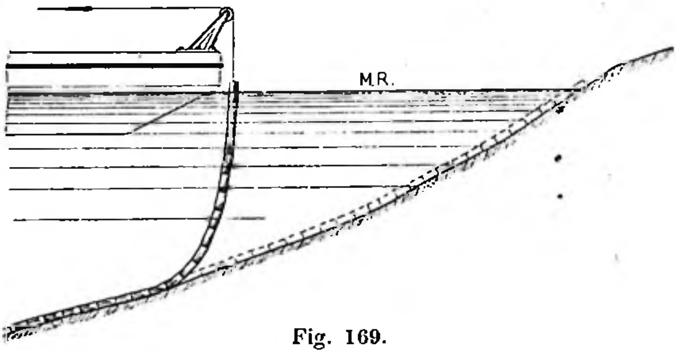


Fig. 169.

0.25 M. bij een dikte van 0.10 M. De tegels hebben een gewicht van ± 13 K.G. Daar zij evenwijdig aan het bovenvlak van gaten zijn voorzien, is het mogelijk, ze aan ijzerdraden te rijgen, waardoor matten van 2 M. breedte worden gevormd, die vanaf een schip, dat zich langzaam oeverwaarts beweegt, op den bodem worden neergevlijd (fig. 169). Eén steenen mat krijgt dan een lengte, die gelijk is aan de breedte van de te verdedigen strook.

Door nu deze tegelmattenbedekking in de lengte uit te breiden, door voortdurend strooken van 2 M. breedte naast elkaar aan den grond te brengen, kan men de verdediging zoo lang maken als men wenscht. Deze manier om een oever onder water af te dekken, heeft veel overeenkomst met de gewapend beton zink- en kraagstukken van Ir. De Muralt.

HOOFDSTUK XVI.

KRIBBEN EN STREKDAMMEN. BAGGERWERK.

§ 69. **Dwarskribben.** In § 61 is reeds een en ander medegedeeld over het doel, de plaats en den onderlingen afstand van kribben; daar is ook gebleken, dat de lengte der kribben zeer afwisselend is, wijl zij bepaald wordt door den afstand van de normaallijn tot den oever.

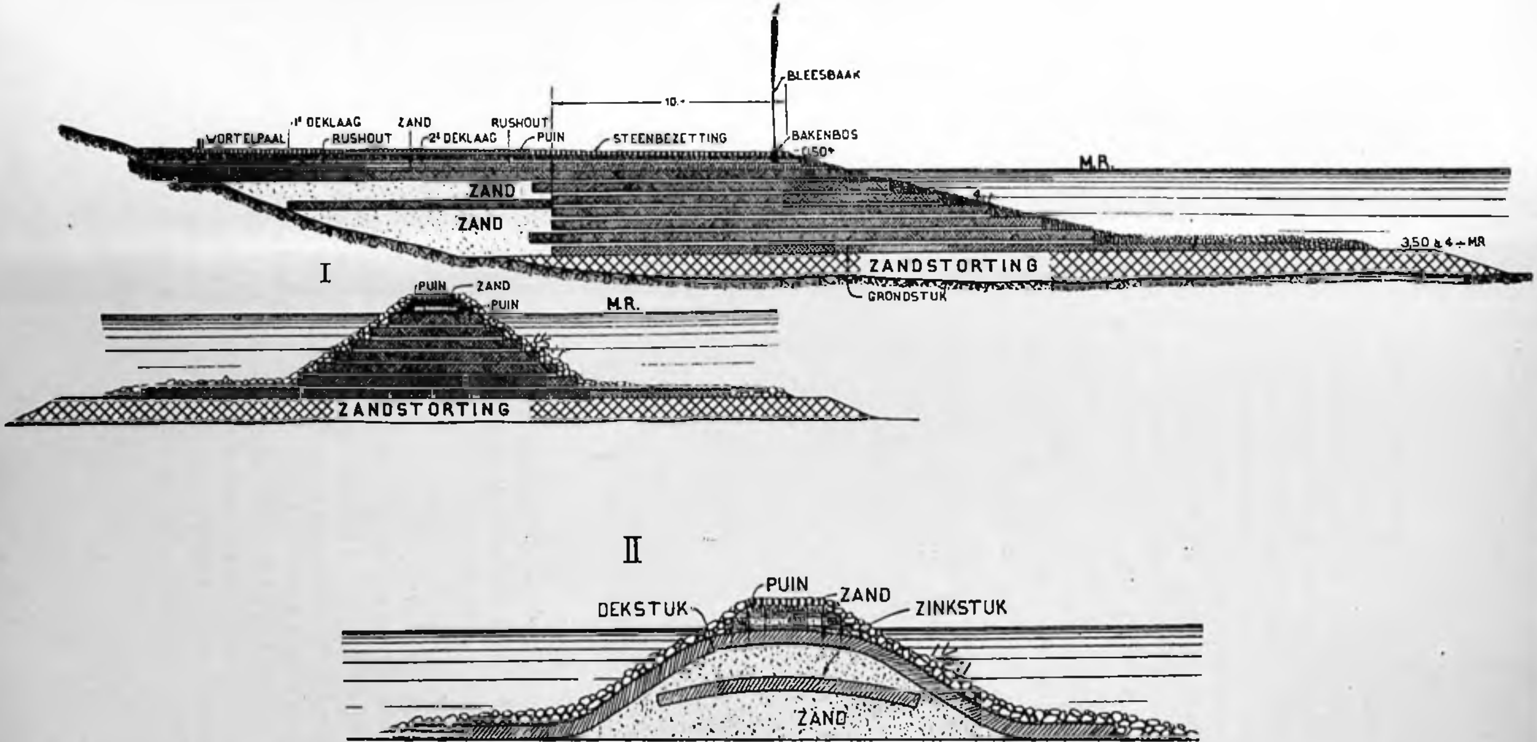
Een krib is een uit den oever uitgebouwde dam van zand, die, om afneming en uitspoeling te voorkomen, door een samenstelling van rijshout op zijn plaats en in stand wordt gehouden. De hoeveelheid rijshout, die aan of in een krib wordt verwerkt, moet zoo klein mogelijk zijn; hoe meer rijswerk een krib bevat, hoe meer zij zal inklinken en nazakken.

Gewoonlijk ligt de kop (het riviereinde) van de krib op 0.50 M. + M.R. Verder loopt het bovenvlak onder een helling van 1 : 100 landwaarts op; hierdoor wordt het afstroomende water, wanneer het boven M.R. stijgt, naar het midden der rivier gedrongen. De breedte van de kruin varieert van 1.50 M. tot 4 M. De taluds van de krib hebben in den regel een helling van 1 : 1½; soms wordt het benedenstroomsche talud 1 : 1 genomen. De kop van de krib, waarbij de kans voor uitschuring het grootst is, krijgt een helling van 1 : 4.

De plaats, de afstand en de richting (lengte-as) der kribben worden op de rivierkaart geteekend en vastgelegd aan een der zijden van het driehoeksnet, of aan een daaraan vastgemeten hulpmeetlijn. Ten einde de lengte-as eener krib op het terrein te kunnen uitzetten, wordt deze verlengd tot een meetlijn op den tegenovergestelden oever; dit snijpunt wordt door een baak of jalon aangeduid (fig. 156).

Er bestaan verschillende manieren voor het maken van kribben, waarvan eenige hier in 't kort worden besproken.

In de eerste plaats maakt het een belangrijk verschil, of de krib op een beneden- of op een bovenrivier moet worden gemaakt. Op een benedenrivier, waar er vanwege den stroom geen bezwaren tegen het gebruik van zinkstukken bestaan, stapelt men een dam van lichte, gewoonlijk uit twee rijslagen bestaande zinkstukken op elkaar, die, ter voorkoming van inklinken en nazakken, zoo goed mogelijk met zand worden volgewasschen, nadat zij



BLEESBAAK
1e DEKLAAG
ZAND
RUSHOUT
WORTELPAAL
RUSHOUT
2e DEKLAAG
PUIN
STEENBEZETTING
BAKENBOS
M.R.
ZAND
ZAND
ZANDSTORTING
GRONDSTUK
I
PUIN
ZAND
PUIN
M.R.
ZANDSTORTING
II
PUIN
ZAND
DEKSTUK
ZINKSTUK
ZAND

Fig. 170.

gezonken zijn: waarbij er op wordt gewezen, dat bij deze zinkstukken geen proppen worden toegepast en dat de wiepen voor die zinkstukken niet met behulp van een knijper worden vervaardigd, zoodat zij minder vast in elkaar zitten dan wiepen voor zinkstukken aan zee.

Gewoonlijk begint men niet onmiddellijk met het zinkwerk, maar brengt — indien noodig — eerst een zandstorting onder water aan; het bovenvlak van dit plateau, waarop de krib komt te rusten, wordt op 3.50 M. à 4 M. onder M.R. gebracht (fig. 170). Vervolgens wordt een z.g. grondstuk gezonken; dit is een zinkstuk, dat aan weerskanten 3 à 5 M. buiten het kriblichaam steekt en dat dient om uitspoeling en uitschuring van het zand te voorkomen. Op het grondstuk worden nu achtereenvolgens de telkens smaller wordende stukken gezonken, zoodat trapvormige taluds ontstaan (fig. 170, doorsnede I). Ook de taluds worden flink met zand ingewasschen en, evenals het grondstuk, met steen bestort.

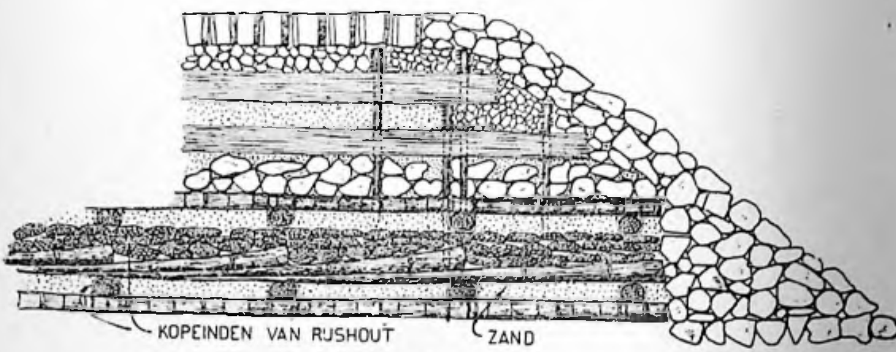


Fig. 171.

Het bovenste zinkstuk ligt met den bovenkant gelijk met — of iets onder M.R., en de krib wordt nu verder door middel van *deklagen* op de vastgestelde hoogte gebracht. Het aantal deklagen bedraagt in normale gevallen twee, een onder- en een bovendeklaag, welke zijn samengesteld als volgt, zie fig. 171.

Nadat de ballast van het bovenste stuk zooveel mogelijk gelijk is geslecht, en oneffenheden zooveel doenlijk zijn bijgewerkt, waarbij al dadelijk het landeinde van de krib hooger wordt opgewerkt dan het riviereinde, wordt het bovenvlak belegd met een rijslaag, de richting der bossen loodrecht op de as van de krib en de boleinden aan de buitenzijde. De dikte der lagen wordt zoodanig genomen, dat het afgewerkte bovenvlak de vereischte, landwaarts oploopende helling verkrijgt; hiertoe is aan den kop van de krib een dikte van 0.15 M. gewoonlijk wel voldoende. De rijsbossen voor de deklagen

worden meestal losgesneden, omdat men met losgesneden bossen beter een effen bovenvlak kan verkrijgen.

Vervolgens worden langs de kanten van de krib, op ± 0.20 M. van het aardeinde der rijsbossen, vlechttuinen gebreid, die ook langs den kop worden omgezet. Aan de binnenzijde dezer tuinen komt op 0.50 M. afstand een tweede tuin, en langs den koptuin nog twee tuinen op 0.60 M. afstand.

De ruimten tusschen de twee langstuinen en tusschen de drie kop- of dwarstuinen worden met puin opgevuld en zorgvuldig met zand ingewasschen; ook de ruimte tusschen de binnentuinen wordt met grof zand gevuld.

Over deze onderdeklaag komt de bovendeklaag, die geheel op dezelfde



Fig. 172.

wijze is samengesteld; ze is echter smaller, in verband met de trapeziumvormige doorsnede der krib.

Na de voltooiing der bovendeklaag wordt de kruin van de krib van een steenbezetting voorzien, in aansluiting met de bestorting der zijtaluds.

In dezen toestand blijft de krib eenige jaren, ten einde gelegenheid te hebben om in te klinken en na te zakken; de steenbezetting wordt dan opgenomen en de geheele krib boven water behoorlijk onder profiel gebracht, waarna de kruin en de taluds tot 0.40 à 0.60 M. onder M.R. van een dicht aaneengesloten steenbekleeding worden voorzien, die gewoonlijk uit zuilenbasalt bestaat. Men zie fig. 172, waar een zoodanige krib is voorgesteld bij zeer laag water; men ziet duidelijk de grens tusschen steen*bestorting* en steen*bezetting*.

Voor het maken van kribben kunnen alle gebruikelijke rijshoutsoorten worden gebezigd; voor de deklagen gebruikt men bij voorkeur het beter tegen de weersinvloeden bestand zijnde Brabantsch rijshout.

Het is zéér noodig, het landeinde van de krib op degelijke wijze aan het talud van rivierdijk of oever te doen aansluiten; wordt dit verzuimd, dan bestaat er gevaar voor achterloopschheid, waardoor schadelijke, diepe geulen achter langs de krib, kunnen worden uitgeschuurd, welke niet dan met groote moeite en kosten zijn te dichten.

Een andere manier voor het maken van kribben is deze, dat alleen de kop van de krib wordt opgezonken en het verdere gedeelte uit een zanddam



Fig. 173.

bestaat, die is afgedekt met een zinkstuk. De afwerking met deklagen is dezelfde als bij de eerst beschreven methode, fig. 170, doorsnede II.

Vanwege den stroom gelukt het niet altijd, den zanddam tot de volle hoogte te storten; dikwijls moet, wanneer een bepaalde hoogte is bereikt, eerst een dekstuk gezonken worden, waarop dan de zanddam verder wordt gestort. Het bovenste zinkstuk moet zoodanig van breedte-afmetingen zijn, dat niet alleen de taluds, maar ook nog een horizontale strook van eenige Meters breedte door het stuk wordt gedekt. Hierdoor wordt het zand voldoende opgesloten, om uitspoeling door den stroom te voorkomen.

Ook bij deze kribben worden een steenbestorting en een steenbezetting op de kruin aangebracht, echter, wat de taluds betreft, niet verder dan tot 10 M. landwaarts uit den kop. De kruin wordt van een steenbezetting voorzien en de taluds worden met een puinbestorting afgedekt. Fig. 173 vertoont een dergelijke krib.

Na eenige jaren worden de taluds van de krib, over 10 M. lengte uit den kop, van een geregelde steenbezetting voorzien, welke steun vindt tegen een perkoenrij, die op 0.60 à 0.80 M. ÷ M.R. in het talud wordt ingeslagen; de koppen der perkoenpalen werken gelijk met den bovenkant der steenbezetting.

De bovenomschreven wijzen voor het maken van kribben worden tegenwoordig veel meer dan vroeger, en op de breede rivieren: Rijn, Lek, Waal en Merwede, bijna algemeen toegepast. Daardoor is de vroeger voor bovenrivieren algemeen gebruikelijke manier om de kribben samen te stellen uit *baardwerk* en zand, meer en meer in onbruik geraakt, al kan ze dan ook op smalle, snelstroomende rivieren nog niet geheel worden gemist; zoodat op de Maas en op den IJsel nog vele kribben van baardwerk worden gemaakt. Bij de kribben op de Maas wordt de hoogte van den kop ongeveer 1 M. boven M.R. genomen, zoodat dan op het baardwerk, dat met den bovenkant ongeveer op M.R. komt — dit is afhankelijk van den waterstand — drie deklagen moeten worden aangebracht. Is de waterstand b.v. 0.20 à 0.30 M. boven M.R., dan kan met twee deklagen worden volstaan; is echter de waterstand lager dan M.R., dan moet de ontbrekende hoogte worden aangevuld met een *baardlaag*.

Baardwerk wordt samengesteld uit rijslagen, welke tusschen onder- en bovenwiepen worden bekneld gehouden, ongeveer op de wijze zooals dit bij bleeslagen geschiedt, en die door beballasting met zand en puin worden gezonken. Zoo'n rijslaag, met de onder- en bovenwiepen, de betuining en de beballasting, noemt men een „*uitschot*". Door de eigenaardige samenstelling van het baardwerk, komen de uitschotten in gezonken toestand niet horizontaal, maar onder een helling van ongeveer 1 : 3 te liggen. Het landeinde van iederen uitschot heeft een breedte, welke overeenkomt met die van de krib bij M.R.; de breedte van het riviereinde hangt af van de waterdiepte op de plaats, waar het uiteinde van den uitschot den bodem zal raken, en moet door het opnemen van die diepte worden bepaald. Is dus de krib op M.R. b.v. 4 M. breed, en staat op de bedoelde plaats 1.50 M. water, terwijl de helling der taluds 1 : 1½ bedraagt, dan moet de breedte van den uitschot aan het riviereinde worden 4 M. + 2 × 1.5 × 1.50 M. = 8.50 M. De uitschotten zijn alzoo trapeziumvormig, de evenwijdige zijden staan loodrecht op de lengte-as van de krib en de korte evenwijdige zijde is landwaarts gekeerd.

De gang van het werk is nu als volgt:

Evenals bij het maken eener bleeslaag, wordt ook hier begonnen met het graven van een banket, waarna op de wijze zooals in fig. 174 is voorgesteld, de onderwiepen van den eersten uitschot worden gelegd. De wiepen hebben in normale gevallen een lengte van ± 7 M. en liggen aan de landzijde 0.80

à 0.90 M. uit elkaar. Eerst worden de wiepen A en B op den oever bij S aan elkaar gebonden en in het water geschoven; de op het banket vallende einden worden daarop met staken vastgespeld. Op dezelfde wijze wordt het wiepenstel C—D—D gekoppeld, te water gebracht en bevestigd, waarna ten slotte de wiepen E worden uitgeworpen. De wiepen worden op de kruispunten door zware koppelbanden verbonden.

Over deze wiepen wordt de *peluw* P aangebracht, bestaande uit één of twee lagen rijsbossen. Hierna wordt begonnen met het leggen van het rijshout; het wordt gespreid met de bleezen naar buiten, beginnend aan de rivierzijde, en daarna aan de zijkanten; in het midden komt het minste hout. In den regel worden de bossen van de rijslaag losgesneden, behalve die op de hoeken van den uitschot, die van de banden voorzien blijven; om het wegdrijven der bossen aan de bovenzijde te voorkomen, worden in de onderwiepen hier en daar kribpalen geslagen (fig. 175). Over deze rijslaag worden nu, boven de reeds gelegde, weer wiepen gelegd en aan de onderliggende verbonden door banden en kribpalen, zoodat de rijslaag van den eersten uitschot tusschen twee stel wiepen is samengeknepen (fig. 176). Om de kanten van den uitschot wat meer stevigheid te geven en om den vasten stand van de hierna te vermelden vlechttuinen te verzekeren, wordt langs de zijkanten een laagje rijshout gespreid onder een hoek van 45° met de lengte-as van de krib en met de bleezen naar buiten (fig. 177). Langs de zijkanten van den uitschot worden nu boven de buitenwiep, en op 0.60 M. afstand daarbinnen, vlechttuinen gebreid, die zoo ver mogelijk rivierwaarts worden dóórgezet.

De eerste uitschot is nu zóóver gereed, dat met het ballasten begonnen kan worden. Dit geschiedt voor den eersten uitschot veelal vanaf den oever; voor de volgende vanaf een vaartuig, dat langs de krib wordt gelegd. De ballast bestaat uit grof zand, dat in den regel in de nabijheid gebaggerd wordt, want het maken van kribben gaat gewoonlijk met het verrichten van baggerwerk gepaard. De ruimte tusschen de tuinen wordt met puin gevuld, die in manden op het rijswerk wordt gedragen.

Het zal duidelijk zijn, dat er bij het ballasten veel zand door de ijle rijslaag heen, op den bodem terechtkomt; dit is dan ook juist de bedoeling: de krib moet binnen redelijke grenzen zoo min mogelijk rijshout bevatten, en voor het grootste deel uit zand bestaan; het rijshout heeft alleen de functie om het zand bij elkaar te houden.

De eerste uitschot wordt echter niet onmiddellijk aan den grond gebracht, maar slechts zóóver gezonken, dat de bovenwiepen ongeveer gelijk met het water komen; deze bovenwiepen moeten namelijk — op dezelfde wijze als bij een bleeslaag — weer dienst doen als onderwiepen voor den tweeden uitschot (fig. 176 en 177), die geheel op dezelfde wijze als de eerste wordt samengesteld. Met iederen uitschot schiet men 1.50 à 2 M. verder rivier-

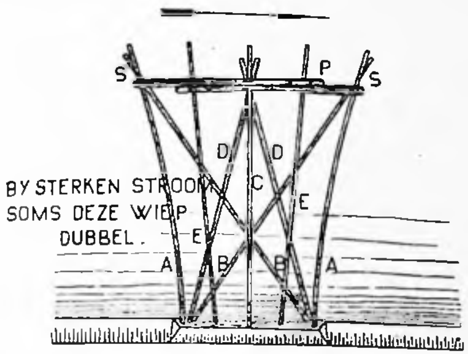


Fig. 174.

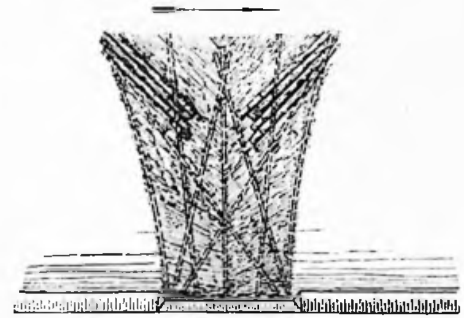


Fig. 175.

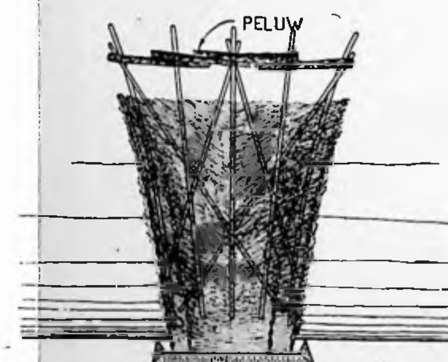


Fig. 177.



Fig. 176.

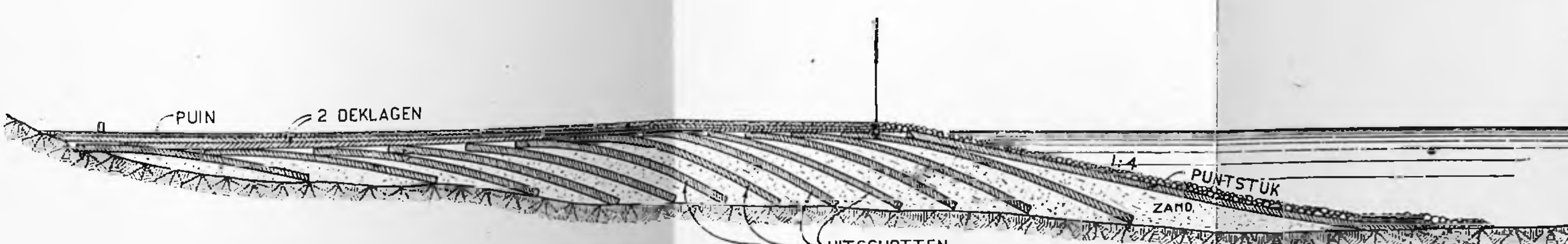


Fig. 178.

waarts, welke maat afhankelijk is van de diepte van den rivierbodem ter plaatse; zoo gaat men voort met uitschotten leggen en ballasten, waarbij men zorgt, dat de kruin van de zandstorting minstens 2 M. achterblijft bij het uiteinde van het baardwerk.

Op deze wijze komen de uitschotten bij opvolging geleidelijk aan den grond, en wordt de kop van de krib bereikt (fig. 178, 179).

Een belangrijk werk is nu nog het afdekken van het koptalud, dat, zooals boven vermeld, een helling krijgt van 1 : 4.

De afdekking van dit talud geschiedt met een soort zinkstuk, „*punt*" genaamd. De lengte en de breedte van de punt worden op overeenkomstige wijze als voor de uitschotten vastgesteld. In verband met de helling van 1 : 4, die het koptalud moet krijgen, is het noodig, zich bij het ballasten van



Fig. 179.

Foto: Lichtb. Ver. Amsterdam.

den laatsten uitschot door een peiling even te overtuigen, onder welke helling het zandtalud ligt. In den regel zal dit steiler zijn dan 1 : 4 en moet hierin door meerdere beballasting van het riviereinde worden voorzien, terwijl men met het oog daarop ook de peluw van den laatsten uitschot wat zwaarder kan maken.

Is de laatste uitschot gedeeltelijk gezonken, dan worden op de gewone wijze wiepen uitgebracht, evenals dit voor een volgenden uitschot zou geschieden. Inmiddels is aan de benedenzijde van de krib een roosterwerkje in elkaar gezet, bestaande uit wiepen van de benoodigde lengte, waaraan twee of meer dwarswiepen verbonden zijn (fig. 180). Gewoonlijk is het noodig, aan den bovenhoek van de punt een paar dwarswiepen te bevestigen, ten einde het roosterwerk te kunnen verankeren. Soms legt men, om

minder last van den stroom te hebben, een vaartuig dwarsstrooms even boven de punt.

Door een vaartuig — gewoonlijk een zolderschuit — wordt dit rooster-



Fig. 180.

werkje naar den kop van de krib gesleept, en worden de wiepen aan die, welke aan den uitschot bevestigd zijn, gekoppeld; waarna het roosterwerk op den bovenhoek voor een anker wordt gelegd en verder aan de eveneens verankerde zolderschuit met 3 of 4 zinklijnen verbonden wordt.

Over dit roosterwerk komt nu weer — op dezelfde manier als bij een uitschot — een laag rijshout, met dit verschil, dat men aan de rivierzijde

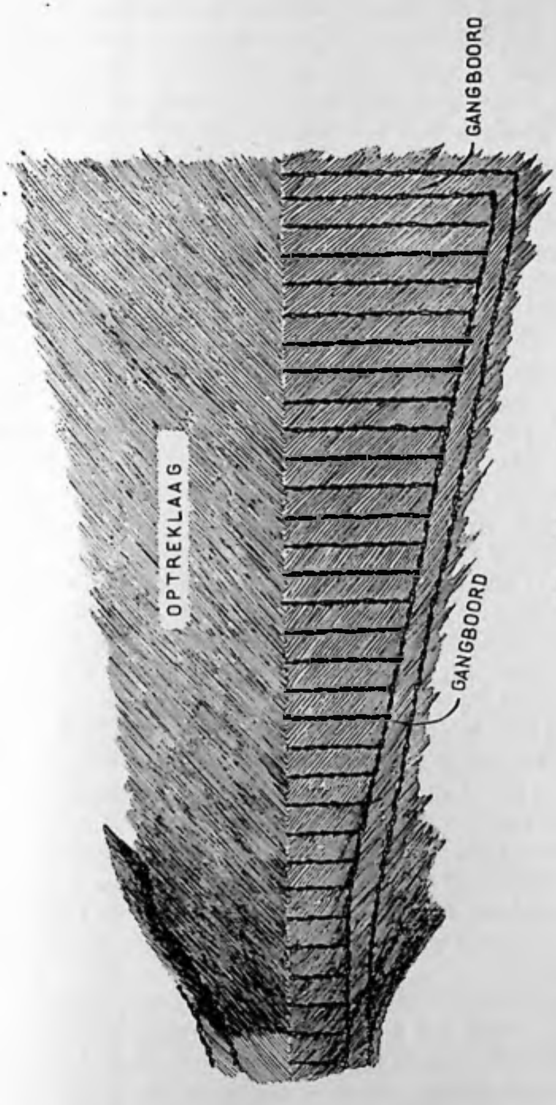


Fig. 181.

een laag rijsbossen met de bouteinden naar buiten legt (fig. 180). Ook nu wordt de rijslaag afgedekt met een als optreklaag bewerkte spreilaag (fig. 181).

Het rijshout van de punt wordt niet met wiepen vastgehouden. maar de punt wordt in haar geheel betuind door dwarstuinen, op afstanden van 0.80 M.; deze dwarstuinen worden op de einden neergedrukt door — en bevestigd aan den binnentuin van het gangboord, die over de uiteinden der dwarstuinen wordt gebreid.

Niet altijd wordt de deklaag van de punt op deze wijze aangebracht. Sommigen verwerpen deze constructie, omdat er in het midden van de punt, waar de bouteinden van het rijshout tegen elkaar sluiten, een soort doorloopende langsnaad ontstaat, waardoor de punt over de lengte vrijwel uit twee deelen bestaat.

Daarom wordt de deklaag ook wel samengesteld op de wijze zooals dit bij een bleeslaag geschiedt, zoodat alle bleezen onder 45° stroomafwaarts gericht zijn. Men plaatst dan de tuinen loodrecht op de richting van het rijshout.

De binnentuin van het gangboord staat op 0.60 M. afstand van den buitentuin (fig. 181). Voor zoover mogelijk, worden de tuinen aan de onderliggende wiepen met taaie banden gekoppeld. Zoodra de betuining is voltooid, wordt begonnen met het opbrengen van ballaststeen, die in manden vanaf de zolderschuiten en vanaf de krib daarop wordt gedragen, en waarbij de werklieden zich evenals bij het maken van het baardwerk over zware planken (rechters) bewegen. Wanneer er voldoende ballast is opgebracht, worden op een gegeven sein de zinklijnen losgelaten en verdwijnt de punt onder water, waarna de bestorting onmiddellijk wordt voortgezet, totdat de vereischte hoeveelheid steen op het stuk is gelost.

Bij het maken der uitschotten en van de punt, moet er aan worden gedacht, dat zij, tijdens het zinken, door den stroom in benedenwaartsche richting worden verplaatst; vooral bij de punt is dit het geval, omdat de werking van den stroom zich daar het sterkst doet gevoelen. Door de lengte-as van het rijswerk tijdens het werk bovenwaarts te verplaatsen, heft men dit bezwaar op.

Het verdient aanbeveling, de bestorting van de punt zoo mogelijk met zand in te wasschen; daartoe lost men zand iets boven de krib, de stroom spoelt het dan in de holten tusschen de steenen van de bestorting. Ook de zijtaluds van de krib worden met steen of met puin bestort en met zand ingewasschen.

Daarna laat men de krib eenige dagen inklinken en nazakken, waarna de deklagen, op blz. 240 beschreven, worden aangebracht.

Is de krib bij zeer lagen waterstand gemaakt, dan moet eerst een *baardlaag* worden aangebracht; de samenstelling hiervan is de volgende.

De te gebruiken rijsbossen worden losgesneden en over het bovenvlak van het baardwerk gespreid, met de bleezen rivierwaarts en met de lengterichting van het hout onder 45° met de lengte-as van de krib. Langs den

buitenkant van de baardlaag — welker breedte afhankelijk is van de kruinsbreedte der krib — wordt een kloeke vlechttuin gebreid. Evenwijdig aan dezen buitentuin worden langs de zijkanten één, en langs den kop twee binnentuinen aangebracht, op een afstand van ± 0.70 M. De ruimte tusschen de tuinen wordt met puin gevuld; de binnenruimte wordt met zand volgewasschen.

Op de baardlaag worden de gewone deklagen aangebracht.

Ter verdere voltooiing van de krib wordt nu op het landeinde van de kruin een z.g. *wortelpaal* geplaatst, in de lijn, waar M.R. den oever ontmoet. Deze wortelpaal is gewoonlijk een basaltzuil, waarop het nummer van de krib en het jaar, waarin de krib is gemaakt, zijn aangegeven.

Op den kop van de krib wordt een *bakenbos* geplaatst, zijnde een bos staken of palen, waarin de *bleesbaak* (fig. 170 en 172) geplant wordt, om bij hooge rivierstanden den kop van de krib aan te duiden voor de scheepvaart. Voor bleesbaak zoekt men een lange, taaie eiken lat uit. Later, wanneer de krib geheel met steen is bezet, wordt de bakenbos vervangen door een ijzeren koker (gaspijp), waarin de bleesbaak of — bij benedenrivieren — de *raambaak* wordt geplaatst.

Ook de van baardwerk vervaardigde kribben worden na enkele jaren van een steenbekleeding voorzien; de hiervoor benoodigde steen wordt uit de stortsteen gesorteerd. In den regel is de krib zóóver ingeklonken, dat zij na het aanbrengen der steenbezetting ongeveer het juiste profiel heeft.

§ 70. **Grondkribben.** Grondkribben zijn kribben, waarvan de kruin altijd onder water blijft en die dus moeten worden samengesteld uit op elkaar gestapelde zinkstukken, of uit een opgestorten zanddam, door een zinkstuk met bestorting afgedekt.

Zij worden toegepast bij breede rivieren, waarvan de waterafvoer door het gewone type dwarskribben te zeer zou worden belemmerd. Hoewel zij dus de rivier, zelfs bij standen onder M.R., niet in haar afvoer hinderen, brengen zij langs den bodem toch een verhoogde uitschuring teweeg, daar tusschen de lage grondkribben weer min of meer doode vakken ontstaan.

§ 71. **Strekdammen.** Bij zeer sterk gebogen riviergedeelten zouden langs den hollen oever de dwarskribben op zeer korten afstand van elkaar gelegd moeten worden, om afneming van den oever tusschen de kribben tegen te gaan. Om de daaraan verbonden hooge kosten te ontgaan, vervangt men dikwijls deze vele dwarskribben door één *langskrib* of *strekdam* (fig. 156). Achter den strekdam ontstaat dan gewoonlijk voldoende ruimte, tot berging van baggerspecie (zand, grond enz.), terwijl die oppervlakte in de

nabijheid van steden en dorpen als los- en laadplaats kan worden ingericht.

Met hetzelfde doel verbindt men ook wel de koppen van eenige dwarskribben door een strekdam.

Verder maakt men wel strekdammen op breede rivieren, wanneer de dwarskribben een zeer groote lengte zouden verkrijgen.

Nimmer mag worden verzuimd, de strekdammen op gepaste afstanden door dwarskribben met den vasten wal te verbinden; men verhindert daardoor, dat de stroom zich achter langs den strekdam een weg baant en uitschuring veroorzaakt.

De plaats en de richting van den strekdam worden geheel bepaald door de normaallijn, die als buitenkruinlijn wordt aangenomen.

Hoewel het maken van strekdammen in sommige gevallen voordeel kan opleveren, bestaat er dit bezwaar tegen, dat door een gewijzigden stroomloop, die een wijziging der normaallijnen ten gevolge heeft, de noodzakelijkheid kan ontstaan, den strekdam vóór- of achteruit te brengen, hetgeen niet anders kan geschieden dan door het werk geheel op te ruimen en op een andere plaats te herbouwen. Bij de toepassing van dwarskribben kan men in een dergelijk geval met verlenging of verkorting volstaan, hetgeen op vrij eenvoudige wijze kan worden uitgevoerd (fig. 160).

De constructie van strekdammen is geheel gelijk aan die van kribben; daar zij meestal op de groote, breede rivieren worden toegepast, bestaan zij in den regel uit opgezonken rijzendammen of uit gestorte dammen van zand, door een zinkstuk afgedekt. Op smalle, snelstroomende bovenrivieren worden zij van baardwerk vervaardigd.

§ 72. **Baggerwerk.** Het verwijderen van ondiepten in een te normaliseeren riviervak geschiedt door *baggeren.*

Bij het ontwerpen van baggerwerk wordt begonnen met het peilen in raaien, zooveel mogelijk rechthoekig op de normaallijn, welke peilraaien een afstand hebben van 25 à 50 M., in verband met de meerdere of mindere gelijkmatigheid van den bodem.

Wanneer dus de bodem sterke hoogteverschillen vertoont, komen de raaien dichter bij elkaar, dan bij een vlakken bodem. De dieptemetingen (loodingen) geschieden om de 5 à 10 M.

De gepeilde diepten worden, nadat zij tot N. A. P. zijn herleid, op de kaart (situatie) in plattegrond aangegeven; verder worden de opgenomen dwarsprofielen op flinke schaal geteekend en daarin zoowel de bestaande, als de nieuw te maken toestand aangegeven. Met den planimeter wordt nu voor ieder dwarsprofiel de oppervlakte van het weg te baggeren gedeelte opgemeten; voor de berekening van de hoeveelheid te verwerken baggerspecie neemt men de gemiddelde oppervlakte van twee opeenvolgende dwarsprofielen en vermenigvuldigt deze met hun afstand. De

oppervlakte, waar gebaggerd moet worden, wordt op de situatie aangegeven.

Zooals bekend is, wordt het baggeren verricht door baggermolens, waarbij verschillende systemen worden aangetroffen; bij alle echter wordt de specie door zware bakken of emmers, bevestigd op een om trommels loopenden emmerketting, naar boven gebracht en zijwaarts door stortbakken in de middelen van vervoer gelost. Bij uitgebreide baggerwerken wordt ook wel gebruik gemaakt van zandzuigers, waarbij het zand niet opgeschept, maar opgezogen wordt. Sommige zandzuigers zijn zoodanig gebouwd, dat zij zelf het opgezogen zand vervoeren kunnen.

Het baggeren geschiedt in gelijkmatige strooken, door den molen of den zuiger langzaam voor- of zijwaarts te bewegen, door middel van op het dek geplaatste lieren, welker staaldraden verbonden zijn met de ankers, waarmede het vaartuig verankerd is.

De baggermolen wordt tijdens het werk altijd met den kop op den stroom gelegd; daardoor worden de emmers in het weg te baggeren zand gedrukt. Bij baggerwerk in kleine rivieren of smalle vaarwaters maakt men wel gebruik van „hoppermolens", die zelf laadruimte genoeg hebben om het opgebaggerde zand te vervoeren; hierdoor wordt de scheepvaart niet gehinderd door de langs den molen liggende bakken.

Het opgebaggerde zand wordt vervoerd in „*bakken*" — ijzeren vaartuigen van verschillenden inhoud —, wanneer het zand op den wal b.v. achter een strekdam of tusschen twee kribben moet worden gelost; of in *onderlossers*: dit zijn ijzeren vaartuigen, waarvan de bodem uit beweegbare kleppen bestaat; zij worden gebruikt, als het baggerzand in het water moet worden gelost, b.v. bij het maken van kribben en strekdammen. Door de kleppen te openen, is de onderlosser in een oogenblik geledigd; hij blijft drijven op vóór en achter aangebrachte luchtkisten.

Zoodra de krib of strekdam boven water is opgewerkt, wordt het zand in bakken of met zolderschuiten aangevoerd.

Daar het maken van kribben bijna altijd met kunstmatige verdieping van het riviervak gepaard gaat, is er dus voor kribbenbouw in den regel een voldoende hoeveelheid zand beschikbaar.

Bij het baggeren moet in de nabijheid van kribben, strekdammen, bruglandhoofden en dergelijke kunstwerken, de noodige voorzichtigheid in acht worden genomen in verband met het wegbaggeren van steunende taluds enz.

Na afloop van het baggerwerk wordt in dezelfde raaien weer gepeild, om na te gaan, of overal de voorgeschreven diepte is bereikt.

HOOFDSTUK XVII.

PEILINGEN EN AFVOERMETINGEN.

§ 73. **Peilingen.** Het dwarsprofiel eener rivier wordt verkregen door het verrichten van peilingen, waarbij, zooals bekend, de diepten onder de waterlijn worden opgemeten.

Bij smalle, kleine rivieren, met weinig of geen scheepvaart, spant men daartoe een door middel van genummerde leertjes verdeelden staaldraad

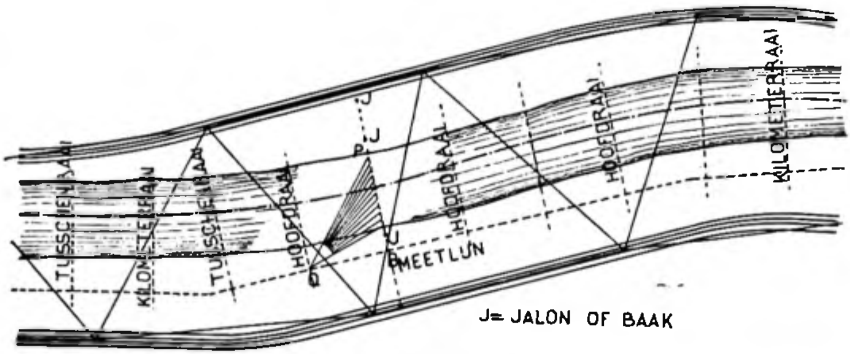


Fig. 182.

of touw (afstandslijn) over de rivier en meet met een peilstang, of bij grootere diepten met een peillood, de verschillende waterdiepten op.

Bij minder nauwkeurig werk wordt het spannen van de afstandslijn ook wel nagelaten, en peilt men eenvoudig op den riemslag.

Bij breede stroomen zijn geen der genoemde methoden doelmatig; aan het spannen van een lijn kan gewoonlijk vanwege de scheepvaart niet worden gedacht; het zou trouwens, door de groote breedte der rivier, zeer bezwaarlijk zijn. Men maakt dan tot het bepalen der afstanden uit de oevers gebruik van de sextant, geheel op de wijze zooals dit in § 27 is beschreven. Als basis voor het meten der hoeken gebruikt men nu echter een der zijden van de driehoeken, die het driehoeksnet over de rivier vormen, of een daaraan vastgemeten hulpmeetlijn.

Fig. 182 brengt de methode in beeld. Q B is constant en evenzoo hoek

P B Q, zoodat met deze gegevens de afstanden uit de meetlijn op eenvoudige wijze te berekenen zijn.

Op onze groote rivieren liggen de peilraaien op afstanden van 125 M.; zij worden onderscheiden in *kilometerraaien*, die op 1000 M. van elkaar liggen en met Romeinsche cijfers zijn gemerkt, verder in *hoofdraaien*, die op 250 M. van elkaar verwijderd zijn, en eindelijk in *tusschenraaien* op 125 M. afstand, die zich tusschen de hoofdraaien bevinden (fig. 156, 160 en 182). De peilraaien liggen zooveel mogelijk loodrecht op den stroomdraad.

De raai, waarin moet worden gepeild, wordt op den oever uitgezet. Evenals bij peilingen aan zee, moet ook bij peilingen op een rivier de waterstand tijdens de peiling worden genoteerd, waartoe het noodig kan zijn, tijdelijk een hulppeilschaal op te stellen.

Om te kunnen beoordeelen, of er tusschen de kribben uitschuring of aanslibbing plaats vindt, verricht men tusschen de kribben z.g. *kruispeilingen*, die van den kop van de eene krib naar het worteleind der andere zijn gericht; om na te gaan, of er om den kop van de krib al of niet ontgronding door den stroom optreedt, voert men *koppeilingen* uit in het verlengde van de krib-as en loodrecht daarop.

Voor peilingen zij verder verwezen naar § 27.

§ 74. **Stroomsnelheids- en afvoermetingen.** Om den afvoer of het vermogen eener rivier bij een zekeren waterstand te bepalen, heeft men noodig de oppervlakte van het dwarsprofiel onder de waterlijn, en de gemiddelde snelheid, waarmede het water afstroomt.

Onder stroomsnelheid verstaat men den weg, dien een waterdeeltje in de tijdseenheid (seconde) aflegt.

Hierbij valt op te merken, dat niet alle waterdeeltjes dezelfde snelheid hebben; zoo zullen de deeltjes langs den oever en langs den bodem meer wrijvingsweerstand ondervinden, dan die aan de oppervlakte in den stroomdraad der rivier. Het is dus noodig, al die verschillende snelheden samen te stellen tot één gemiddelde. Men verdeelt daartoe het dwarsprofiel in verschillende vakken, waarna in ieder vak, door meting, de gemiddelde snelheid wordt vastgesteld. Deze snelheid, vermenigvuldigd met de oppervlakte van het vak, geeft den afvoer van het vak, en de afvoeren der verschillende vakken bij elkaar tellend, verkrijgt men den totalen afvoer of het vermogen der geheele rivier (fig. 183).

De breedte der vakken regelt zich naar de breedte der rivier; bij breede rivieren neemt men hiervoor 20 à 40 M., bij smalle 2 à 10 M.

Voor het meten van de stroomsnelheid maakt men gebruik van z.g. *drijvers*, of van instrumenten, die, onder water gedompeld, onmiddellijk de stroomsnelheid aangeven.

Als drijver kan ieder drijvend voorwerp worden gebruikt, hoewel de

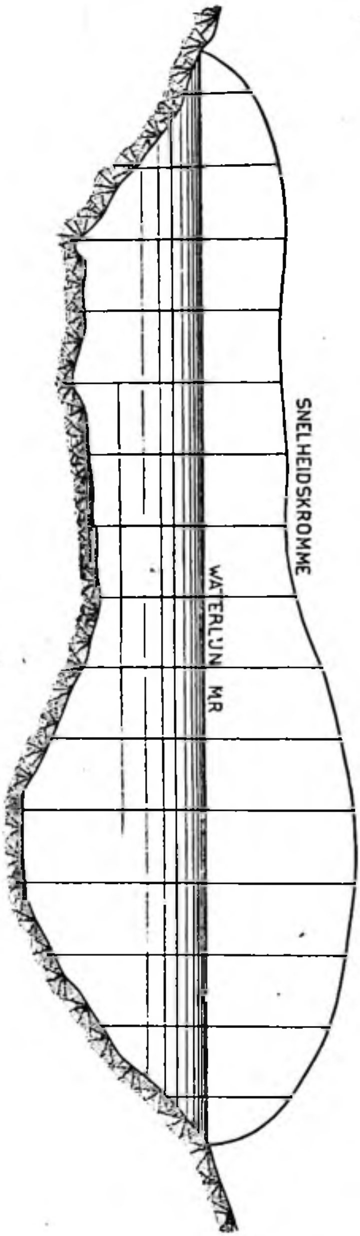


Fig. 183.

vorm van den drijver van invloed is op het resultaat. Zoo zal een vlakke houten schijf, van 0.20 à 0.40 M. middellijn en 0.06 M. dikte, alleen de snelheid aan de oppervlakte van het water aangeven — waarom hij dan ook oppervlakte-drijver wordt genoemd — en evenals een holle plaatijzeren of houten kogel, of een flesch, zeer goed kunnen worden gebruikt bij het meten van den stroom in de vakken langs den oever, waar slechts weinig water staat; ook bewijst hij goede diensten bij het bepalen van de richting van den stroom.

Het is echter duidelijk, dat zoo'n oppervlakte-drijver, in het midden van den stroom gebruikt, een veel te groote snelheid zou opleveren; daarom maakt men in de diepere gedeelten gebruik van een *staaf- of stokdrijver*, ook wel *staaf van Cabeo* genoemd. Deze bestaat uit een ronden houten stok of staaf van 5 à 10 cM. dikte en van 1 tot 12 M. lengte.

De staaf is aan het ondereinde voorzien van een metalen bus, afgesloten door een afschroefbaren dop; door het inbrengen of uitnemen van looden plaatjes of hagel kan het drijfvermogen van de staaf geregeld worden, en wordt zij gedwongen een vrijwel loodrechten stand aan te nemen (fig. 184).

De staaf van Cabeo wordt in ons land ook wel *Krayenhoffsche drijver* genoemd, omdat zij door Krayenhoff is verbeterd door het aanbrengen van een hollen kop (fig. 185), waardoor haar drijfver-

mogen wordt vergroot, en waardoor het onderduiken van den drijver door de kabbeling van het water, wordt voorkomen. Bij het *drijven* heeft men natuurlijk drijvers van verschillende lengten noodig; om zeker te zijn, dat de drijver zich geheel vrij in het water beweegt, en niet met het ondereinde tegen oneffenheden van den bodem kan stooten, neemt men de lengte ongeveer 0.50 M. korter, dan de diepte in het betreffende vak bedraagt.

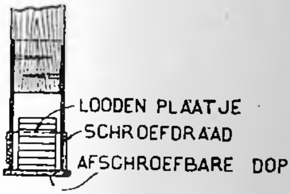


Fig. 184.



Fig. 185.

Hieruit volgt, dat men de stroomsnelheid iets te groot meet, als men met drijvers werkt; juist in het gedeelte dicht bij den bodem, zal de snelheid belangrijk minder zijn dan meer naar de oppervlakte.

Voor het bepalen van het vermogen eener rivier wordt een zooveel mogelijk normaal riviervak uitgezocht, bij voorkeur zulk een, waarop geen kribben voorkomen. Op een daarvoor geschikte plaats worden, loodrecht op den stroomdraad, drie of soms vier raaien uitgezet; de bovenste is de

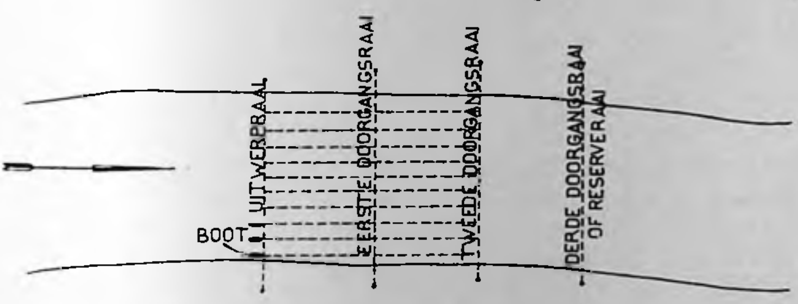


Fig. 186.

uitwerpraai en de twee of drie lageraf liggende zijn *doorgangsraaien* (fig. 186).

De uitwerpraai ligt 20 à 30 M. boven de bovenste doorgangsraai; deze ligt zóó ver van de daarop volgende verwijderd, dat de drijver ongeveer één à twee minuten noodig heeft om den afstand tusschen twee raaien af te leggen; bij snelstroomende rivieren is de afstand der doorgangsraaien grooter dan bij langzaam stroomende.

Nadat de grenzen der verschillende vakken, waarin het dwarsprofiel is

verdeeld, op den oever door verkenmerken zijn aangegeven, kan, nadat in de doorgangsraaien nauwkeurige peilingen zijn verricht, met het drijven worden begonnen. Vanuit een boot, in de uitwerpraai verankerd, wordt de drijver te water gebracht; de waarnemer plaatst zich in de lijn van de eerste doorgangsraai. Zoodra de drijver deze raai passeert, stelt hij een chronometer in werking en loopt vóór den drijver uit naar de tweede doorgangsraai; op het oogenblik, dat de drijver dóór de raai gaat, zet hij den chronometer stop, en leest den juisten tijd af, dien de drijver heeft noodig gehad om den afstand tusschen twee raaien af te leggen. Bij aanwezigheid van een derde doorgangsraai wordt op overeenkomstige wijze gehandeld.

Ook kan de waarnemer zich in de benedenraai opstellen; hij krijgt dan van een helper een teeken, wanneer de drijver de bovenraai passeert.

Drijvers, die tusschen de raaien uit de richting drijven en in een ander vak van het dwarsprofiel terechtkomen, worden niet genoteerd.

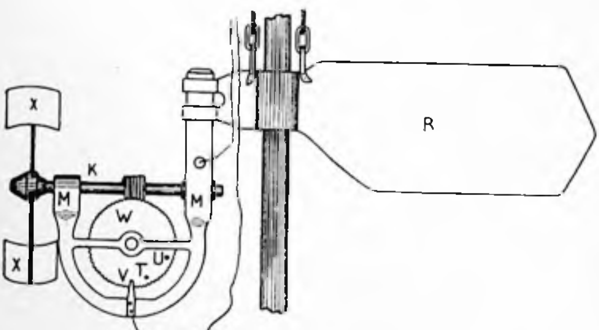


Fig. 187.

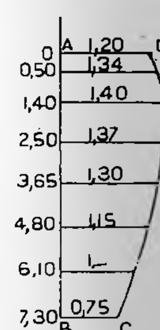


Fig. 188.

Het drijven wordt eenige malen na elkaar herhaald en van deze uitkomsten wordt het gemiddelde genomen.

De gemiddelde snelheid van een vak van het dwarsprofiel wordt nu verkregen, door het gemiddelde te nemen van de snelheden, die langs de grenzen van het vak zijn waargenomen.

Zet men voorts langs de grenzen van de verschillende vakken de daarbij behoorende snelheden volgens een zekeren maatstaf uit, dan kan de *„snelheidskromme"* worden geconstrueerd, welke het verloop der snelheden aangeeft (fig. 188).

Tijdens het stroomdrijven moet de waterstand voortdurend worden opgenomen aan een daartoe bij het drijfvak geplaatste hulppeilschaal.

Onder de instrumenten, die worden gebruikt om stroomsnelheden te meten, neemt het *„molentje van Woltmann"* een voorname plaats in (fig. 187).

Het bestaat in hoofdzaak uit het frame M, waarin de horizontale as K draait; hieraan zijn vast verbonden twee schoepen X. Op de as is een schroef zonder eind aangebracht; hierop werkt een wormwieltje W. Hoe grooter nu de stroomsnelheid is, hoe grooter ook het aantal omwentelingen, dat door de schoepen wordt gemaakt. Iedere geheele omwenteling van het wormwiel wordt door een kleine schel aangegeven; hiertoe dienen de twee nokken T en U, die, in aanrakend komend met de veerende nok V, een electrischen stroom sluiten, waardoor een schel overgaat. T is de verklikker of waarschuwer, U is de eigenlijke teller. Het instrumentje wordt aan een stang van ellipsvormige doorsnede vastgeklemd; langs deze stang is een verdeeling aangebracht, zoodat onmiddellijk kan worden afgelezen, hoe diep het molentje onder water gedompeld wordt. Bij groote diepten wordt de behandeling van het molentje aan de stang te lastig; men hangt het dan aan dunne staaldraden tusschen twee vaartuigen op. De as van het instrument wordt door een roer R in de richting van den stroom gehouden, welk roer tevens als tegenwicht dienst doet, om de stang in verticalen stand te doen blijven.

Vanuit een boot of booten, wordt het molentje nu in het water afgelaten, en men heeft slechts de tijdruimten tusschen eenige belsignalen op te nemen, om op eenvoudige wijze de stroomsnelheid te kunnen berekenen. De verhouding tusschen het aantal omwentelingen en de stroomsnelheid is niet voor alle molentjes gelijk; voor ieder wordt dit aan de fabriek vóór de aflevering bepaald.

De gemiddelde stroomsnelheid op een bepaald punt wordt nu gevonden, door van de snelheden, die op verschillende diepten gevonden zijn, het gemiddelde te nemen; een voorstelling van het verloop dezer snelheden verkrijgt men door de gemeten snelheden aan één zijde van een loodlijn uit te zetten; men zet dan de diepten als abscissen en de snelheden als ordinaten op die loodlijn af (fig. 188). De gemiddelde snelheid wordt gevonden, door de oppervlakte der figuur $A\ B\ C\ D$ te deelen door de hoogte $A\ B$. De snelheidskromme wordt weer geconstrueerd als in fig. 183.

Hoewel 't gebruik van het molentje van Woltmann in sommige gevallen voordeelen kan opleveren, is het uit den aard der zaak teere en gevoelige instrument niet in alle opzichten betrouwbaar; een eenigszins ruwe behandeling, door stooten enz., doet vrij spoedig defecten ontstaan en een geringe verbuiging der dunne schoepen kan belangrijke afwijkingen en fouten ten gevolge hebben.

Daarom is het noodig, het toestel nu en dan, en in ieder geval vóór het begin eener serie metingen, te controleeren. Men noemt dit *tareeren*. Dit kan op tweeërlei manier geschieden, ten eerste door het toestel in een riviervak te plaatsen, waarvan de snelheid even te voren door middel van drijvers is vastgesteld, of door het met een bepaalde snelheid door stilstaand water

voort te bewegen. Beide manieren zijn lastig en omslachtig; de laatste wordt het meest toegepast.

Fig. 189 stelt een ander type molentje voor, dat in den laatsten tijd veel gebruikt wordt.

Op tijrivieren, waar geregeld eb en vloed gaat, moet het afvoermeten eenigszins anders geschieden dan op bovenrivieren, waar het water steeds in één richting stroomt.

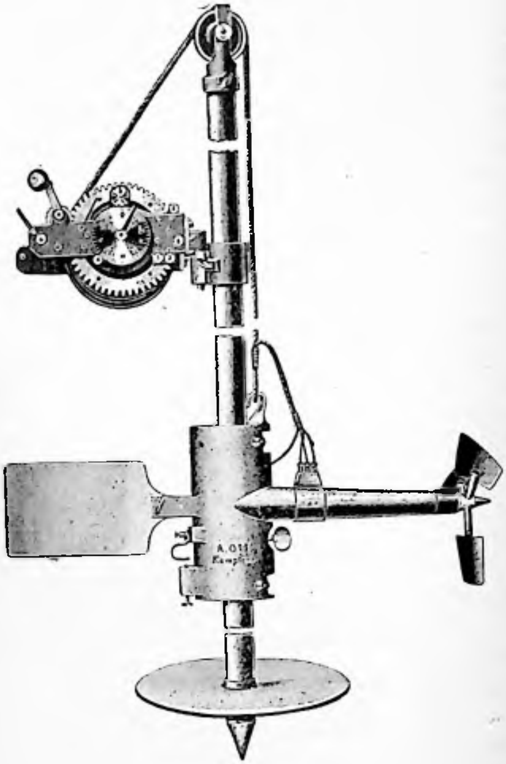


Fig. 189.

Ook hier gaan nauwkeurige peilingen aan het stroomsnelheidsmeten vooraf, en wordt de rivier in vakken van gepaste breedte verdeeld.

De doorgangsraaien liggen nu niet aan één zijde, maar aan weerszijden van de uitwerpraai; gewoonlijk heeft men twee stel doorgangsraaien, soms aan weerskanten ook nog een reserve-raai. Het gebruik van het molentje van Woltmann of een soortgelijk instrument levert bij het

meten op beneden- en tijrivieren practische moeilijkheden op, waarom men vrij algemeen gebruik maakt van drijvers.

Men begint met het te water laten der drijvers vóór de kentering van het getij, en gaat daarmede dóór tot ná de tweede kentering; dus, beginnend vóór de eb, wordt het drijven voortgezet, tot nadat het weer eb is geweest, zoodat met een dergelijke meting ongeveer veertien uur is gemoeid.

Na afloop der meting teekent men voor iederen drijver een snelheids-kromme, waarin de snelheden tijdens den geheelen duur der meting zijn

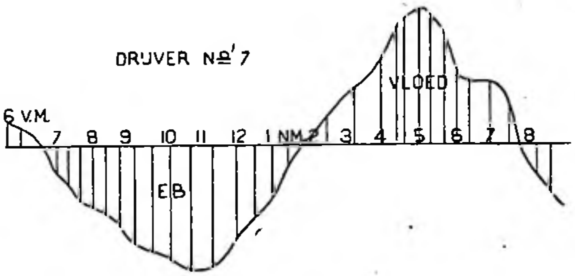


Fig. 190.

aangegeven (fig. 190). De verschillende tijdstippen, waarop gedreven is, worden daartoe op een horizontale lijn uitgezet, en de op die tijdstippen gevonden snelheden, loodrecht daarop, volgens een bepaalden maatstaf afgezet, bij eb naar beneden, bij vloed naar boven.

Uit deze krommen kan men nieuwe krommen samenstellen, die het ver-

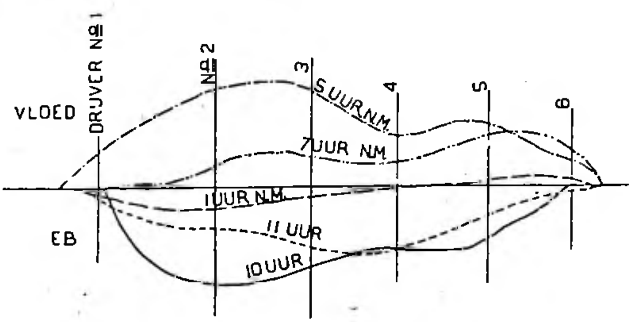


Fig. 191.

loop der snelheden op een bepaald tijdstip aangeven (fig. 191); door deze krommen te teekenen voor tijdstippen, die telkens 20 à 30 minuten later vallen, is het mogelijk, voor ieder van die tijdstippen den af- of aanvoer te berekenen.

De uitkomsten dezer berekeningen verstrekken de gegevens tot het construceeren der afvoerkromme (fig. 192), waarin de tijdruimten als abscissen, en de afvoeren als ordinaten naar onder — bij eb — of naar boven — bij vloed — zijn uitgezet.

Deze korte beschrijving doet reeds inzien, dat het stroomsnelheidsmeten op tijrivieren een zeer omslachtig werk is, waarbij veel handigheid en practisch inzicht niet kunnen worden gemist. In verband met den steeds wisselenden waterstand, moet tijdens het drijven voortdurend — b.v. om de vijf minuten — aan de naastbijzijnde peilschaal de waterstand worden opgenomen; ook moeten, op daarvoor geschikte oogenblikken, eb- en vloeddrijvers worden verwisseld: bij eb zouden de vloeddrijvers te lang, bij vloed de ebdrijvers te kort zijn.

Onder het vermogen eener tijrivier verstaat men de som van de hoeveelheden aangevoerd vloed- en afgevoerd ebwater.

In breede zeegaten, of in volle zee, heeft echter het stroommeten met behulp van drijvers groote practische bezwaren, voornamelijk door de

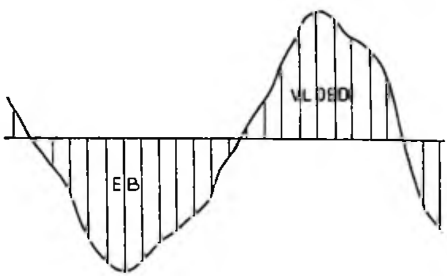


Fig. 192.

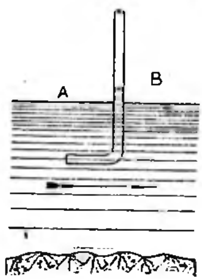


Fig. 193.

groote lengte, die de drijvers krijgen, en door de onmogelijkheid om hun plaats en de te doorloopen baan zelfs bij benadering te bepalen.

Men kan bij dergelijke metingen niet anders doen, dan de waarnemingen verrichten vanaf een verankerd vaartuig.

Het allereenvoudigste is wel, dat men vanaf het voorgedeelte van het met den kop op den stroom liggend schip, een oppervlaktedrijver te water laat en nagaat, hoe lang hij noodig heeft, om zekere lengte, die op het vaartuig vooraf is uitgezet, af te leggen.

Deze methode is echter zoo onnauwkeurig, dat ze slechts zelden wordt toegepast; in vrijwel alle gevallen werkt men met speciaal voor deze soort metingen vervaardigde instrumenten.

Een der oudste hiervan is de *buis van Pitot*, die in haar eenvoudigsten vorm bestaat in een rechthoekig omgebogen glazen buis (fig. 193), die, met

de opening van het omgebogen gedeelte tegen den stroom gekeerd, in het water wordt afgelaten; door de kracht van den stroom wordt het water in de buis opgestuwd, b.v. tot *B*. Wanneer nu het verband bekend is tusschen de stroomsnelheid en de opstuwing, hetgeen op de gewone wijze door tareeren geschiedt, kan de stroomsnelheid worden afgeleid.

In den vorm van fig. 193 is het instrument echter practisch onbruikbaar. Een verbeterde buis van Pitot is voorgesteld in fig. 194. De glazen buis *P*, waarvan het omgebogen einde spits toeloopt, om te groote schommelingen in het opgestuwde water te voorkomen, is bevestigd op een plank, waarop een verdeeling is aangebracht. Aan de andere zijde der verdeelde strook bevindt zich een tweede glazen buis *Q*, die overal even wijd is en aan het einde naar beneden is omgebogen. Uit de figuur blijkt, dat in buis *P* het water tot zekere hoogte wordt opgestuwd b.v. tot *B*, maar dat in buis *Q* het water op dezelfde hoogte *A* blijft. Met kraan *K*, die door de koorden *C* en *D* wordt geopend en gesloten, kunnen beide buizen gelijktijdig worden afgesloten. Het instrument wordt met geopende kraan in het water afgelaten tot op de bepaalde diepte.

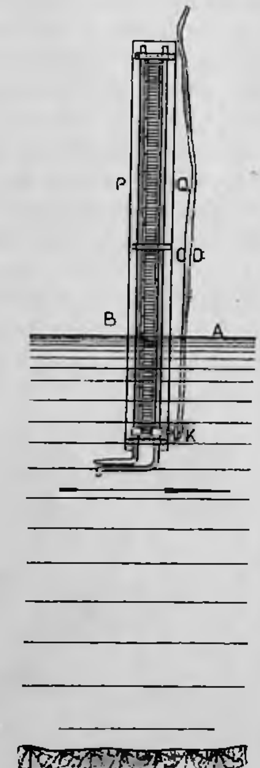


Fig. 194.

Na eenige oogenblikken sluit men de kraan, en wordt het toestel binnen boord gehaald, waarna het drukverschil wordt opgenomen, waaruit de stroomsnelheid kan worden afgeleid.

Een bezwaar van het toestel is, dat het voor iedere waarneming uit het water moet worden genomen, terwijl het voor het bepalen van de stroomrichting niet geschikt is.

Een instrument, dat tegenwoordig veel wordt toegepast voor het verrichten van stroommetingen in zee, is de ***stroommeter van Jacobsen***, die ook bij den dienst der Zuiderzeewerken wordt gebruikt.

Een korte beschrijving, ontleend aan Maandbericht No. 8 betreffende de Zuiderzeewerken, moge hier volgen.

De stroom werkt op een aan een dunnen staaldraad opgehangen weerstandslichaam *W* (fig. 195 en 196), waardoor de draad een schuinen stand zal innemen en een richting zal verkrijgen volgens de resultante van het gewicht van *W* en de kracht, uitgeoefend door den stroom.

De draad *E* loopt door een nauwe buis *D*, welke onwrikbaar is verbonden aan een plaat *P*, welke cardanisch is opgehangen aan het frame *F*, hetwelk stevig op een tafel of plank is verbonden. De tafel of plank wordt opgesteld aan boord van een vaartuig.

De afwijking van den draad uit den verticalen stand zal grooter zijn, naarmate de stroom krachtiger is; zoodat de bepaling van de stroomsterkte mogelijk wordt, wanneer de betrekking tusschen die sterkte en de uitwijking bekend is. Het vaststellen dier betrekking geschiedt op de gewone wijze door tareeren.

Op de plaat *P* zijn twee doosniveau's aangebracht, in ieder waarvan zich twee luchtbellen *A* en *B* bevinden; het eerste geeft aan de uitwijking ten opzichte van de as van het vaartuig en bepaalt dus de richting van den stroom, waarbij dan tevens van het scheepskompas wordt gebruik gemaakt, terwijl het tweede de uitwijking van den draad uit den loodrechten stand aangeeft en dus dient ter afleiding van de stroomsnelheid.

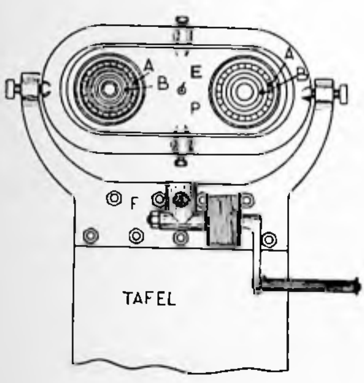


Fig. 195.

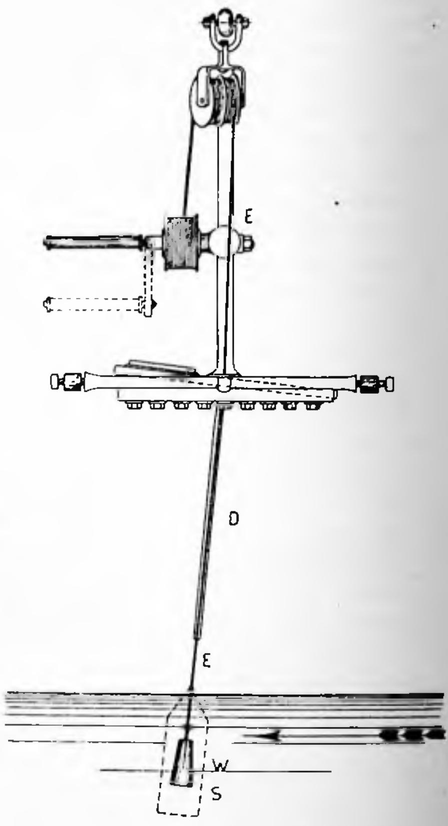


Fig. 196.

De voordeelen van het instrument, waarvan fig. 195 den plattegrond en fig. 196 het vooraanzicht voorstelt, springen duidelijk in 't oog. Doordat de schijf van een telinrichting is voorzien, kan de diepte, waarop het weer-

standslichaam zich bevindt, voortdurend worden nagegaan, zoodat een serie metingen onafgebroken kan worden uitgevoerd.

De op te meten stroomsterkten zijn zeer verschillend en kunnen vrij ver uiteenloopen. Daarom is het noodig, verschillende soorten van weerstandslichamen te bezigen. Bij zwakken stroom (tot ongeveer 10 cM. per sec.) maakt men gebruik van een gietijzeren afgeknotten kegel, waaromheen een plaatijzeren buis *S* is opgehangen, om den weerstand te vergrooten. Bij toenemende stroomsterkte wordt de buis eerst vervangen door een kleinere, en eindelijk geheel weggelaten.

Bij stroomsnelheden van meer dan 2 M. wordt het gewicht vervangen door een gietstalen lichaam in torpedovorm met een looden kern, van welk lichaam de weerstand in stroomend water zóó gering is, dat zelfs bij een stroomsnelheid van 3 M. per sec. de uitwijking van den draad nog voldoende kan worden gemeten.

Een onnauwkeurigheid, die zich voornamelijk bij groote stroomsnelheden op belangrijke diepte openbaart, is, dat de draad, waaraan het weerstandslichaam is opgehangen, door de kracht van den stroom doorbuigt, waardoor de helling van plaat *P* niet geheel overeenkomt met de uitwijking van den draad.

Door het aanbrengen eener correctie kan hierin worden voorzien.

HOOFDSTUK XVIII.

KANALISEERING VAN RIVIEREN.

§ 75. **Algemeen overzicht.** Het is niet altijd mogelijk, door het normaliseeren eener rivier een voor de scheepvaart voldoenden waterweg te verkrijgen; om een behoorlijke waterdiepte te kunnen onderhouden, zou in sommige gevallen de rivier zoodanig in breedte verminderen, dat zij voor de scheepvaart onbruikbaar werd.

Dit geval doet zich hoofdzakelijk voor op het bovengedeelte van een regenrivier, waar de zomerwaterstanden zeer laag zijn.

Men is dan verplicht, een andere werkwijze te volgen om de rivier bevaarbaar te maken, hierin bestaande, dat op bepaalde afstanden waterkeerende werken — *stuwen* — worden gebouwd, die het water beletten, beneden een bepaalde hoogte te dalen, en waardoor dus de rivier het karakter verkrijgt van een kanaal in hellend terrein.

Het natuurlijk verval der rivier wordt op bepaalde punten geconcentreerd, en in plaats van een hellende lijn verkrijgt men een trapsgewijze afdaling, waardoor de rivier, evenals een kanaal, in panden of kommen wordt verdeeld.

In de vakken tusschen de stuwen bestaat slechts weinig verval; door het bouwen dezer kunstwerken is de normale waterstand verhoogd en dus de natte omtrek vergroot, zoodat de toch reeds geringe zomerafvoer op de panden weinig merkbaar is.

Vlak beneden een stuw is de waterdiepte het kleinst; boven de volgende stuw, in benedenwaartsche richting, zal zij het grootst zijn.

In de meeste gevallen kunnen echter de stuwen geen vaste werken zijn; zij zouden in den winter en in het voorjaar, wanneer er veel water in korten tijd moet worden afgevoerd, hoogst belemmerend werken en den afvoer tegenhouden; bovendien zouden zij bij ijsgang onmiddellijk aanleiding geven tot ijsopstoppingen en daardoor de kans op overstroomingen en dijkdoorbraken in niet geringe mate doen stijgen. Daarom moeten de stuwen zoodanig worden gebouwd en ingericht, dat zij in den winter geheel of gedeeltelijk kunnen worden weggenomen en over het volle dwars-

profiel kan worden beschikt, waarbij dus het gekanaliseerde karakter der rivier weer geheel verdwijnt.

Met het bouwen van stuwen in een rivier, maakt men haar totaal ongeschikt voor het scheepvaartverkeer; daarom moeten naast of in de nabijheid der stuwen schutsluizen worden gebouwd, waardoor de schepen van het eene op het andere pand kunnen worden gebracht. Een enkele maal wordt bij groote stuwen een doorvaartopening gelaten, waarvan bij hoogere waterstanden door de schepen gebruik kan worden gemaakt; het tijdroovende schutten wordt dan voorkomen.

Om practische redenen wordt de schutsluis niet midden in de rivier, maar dicht bij den oever gebouwd; dit levert ook gemak op bij het invaren der sluis, daar de stroom langs den oever het minst sterk is. Soms ook is het mogelijk, de sluis te bouwen in een zijkanaal of afgesneden rivierbocht (fig. 197).

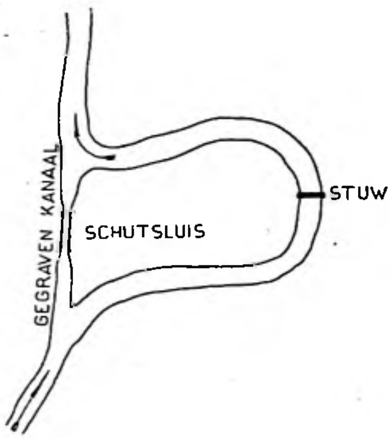


Fig. 197.

De geringste diepte, die op ieder pand moet worden gehandhaafd, houdt nauw verband met de soort en de grootte der schepen, die de rivier zullen bevaren, nadat de kanalisatie is voltooid. Vaartuigen van 100 M. lengte, 12 M. breedte en 2.80 M. diepgang zijn tegenwoordig geen zeldzaamheid meer, zoodat bij groote rivieren op een waterdiepte van minstens 3 M. moet worden gerekend. Deze diepte moet reeds aanwezig zijn beneden iedere stuw; soms zijn daarom in de bovengedeelten der panden uitgebreide baggerwerken noodzakelijk.

Uit den aard der zaak blijft het opstuwen van het rivierwater niet zonder invloed op de landstreek, waardoor de rivier stroomt. Heeft de rivier hooge oevers, dan zullen de door het kanaliseeren ontstane hooge zomerwaterstanden in den regel een gunstige uitwerking hebben; het stijgen van het grondwaterpeil kan oorzaak zijn, dat de landbouw zich op het voortbrengen van meerdere en andere gewassen kan gaan toeleggen, enz.

Liggen de rivieroevers echter laag, of is het rivierbed door dijken ingesloten, dan kan soms een voor den landbouw zeer nadeelige toestand ontstaan; het hooge grondwaterpeil kan een bepaalde cultuur geheel doen verdwijnen, het kan b.v. noodig blijken, bouwland in weiland te veranderen enz., en bepaalde plaatsen kunnen in moerassen worden herschapen. Dijken kunnen tegen deze bezwaren niet altijd voldoenden waarborg geven,

de hoogere rivierstanden kunnen aanleiding geven tot vermeerdering van het kwelwater, waardoor de aanliggende landerijen overmatig met water worden bezwaard.

Ook kunnen polders, die in den zomer op natuurlijke wijze, door een uitwateringssluis, hun te-veel aan water op de rivier brengen, in hun afwatering worden belemmerd, hetgeen soms kan nopen tot het bouwen van bemalingsinrichtingen.

Het zal uit het bovenstaande duidelijk zijn, dat bij het kanaliseeren eener rivier dikwijls diep wordt ingegrepen in den waterstaatkundigen toestand der aanliggende landstreken, met welker belangen terdege rekening moet worden gehouden.

Aan het kanaliseeren eener rivier moet een meer of minder ver doorgevoerde normaliseering voorafgaan. Deze zal bestaan in het verruimen van te nauwe vakken, het afsnijden van te scherpe bochten, het afgraven van bolle oevers, het opruimen van stroomsplitsingen, zandbanken enz., soms ook in het graven van kanaalgedeelten op die punten, waar met het uitvoeren der genoemde werken niet het gewenschte resultaat kan worden bereikt en waar er een belangrijke verkorting van den vaarweg mede kan worden verkregen.

Het uitvoeren van baggerwerk is altijd noodzakelijk, ook ná het bouwen der stuwen bij rivieren, die veel vaste stoffen afvoeren, waarvan een groot gedeelte onmiddellijk beneden de stuwen bezinkt.

Hoewel een goed uitgevoerde kanalisatie eener rivier groote voordeelen oplevert, en dikwijls de opkomst van de doorsneden landstreek beteekent, tòch staan er belangrijke nadeelen tegenover.

In de eerste plaats vraagt een kanaliseering groote geldelijke offers vanwege de kostbare kunstwerken, die bovendien aan onderhoud en bediening groote uitgaven blijven vorderen. Ook de scheepvaart ondervindt door de telkens te passeeren schutsluizen een aanmerkelijke vertraging.

Het in panden met een vast peil verdeelen eener rivier behoeft niet altijd te zijn een bevordering van de belangen der scheepvaart; de hoogere eischen, die in den laatsten tijd door den landbouw worden gesteld ten opzichte van grondwaterstanden, waterafvoer enz., maken het dikwijls noodzakelijk, een rivier, beek of watergang geheel of gedeeltelijk op te stuwen.

Hierdoor voorkomt men, dat in droge tijden de hooger gelegen streken watergebrek hebben, terwijl men, door het water op het bovengedeelte op te houden, de aan het benedeneinde der rivier gelegen terreinen voor waterbezwaar behoedt.

Ook komt het voor, dat opgestuwd rivierwater moet dienen voor de voeding van kanaalpanden, die dan door een sluis met de rivier in verbinding worden gebracht.

§ 76. **Plaats en constructie der stuwen.** De afstand der stuwen, die zoo groot mogelijk moet worden gehouden, is overigens geheel afhankelijk van het verhang der rivier en van de te handhaven vaardiepte. Zooals reeds is opgemerkt, moet er bij het bepalen der peilen in de verschillende panden rekening gehouden worden met de belangen der aangrenzende landerijen, waarbij men er op moet rekenen, dat de waterstand minstens 0.50 M. lager moet worden gehouden dan het maaiveld. Hierbij moet er aan worden gedacht, dat het maaiveld in de nabijheid der rivier dikwijls hooger ligt dan op eenigen afstand daarvan.

Hoe sterker het verhang, hoe dichter de stuwen bij elkaar moeten worden

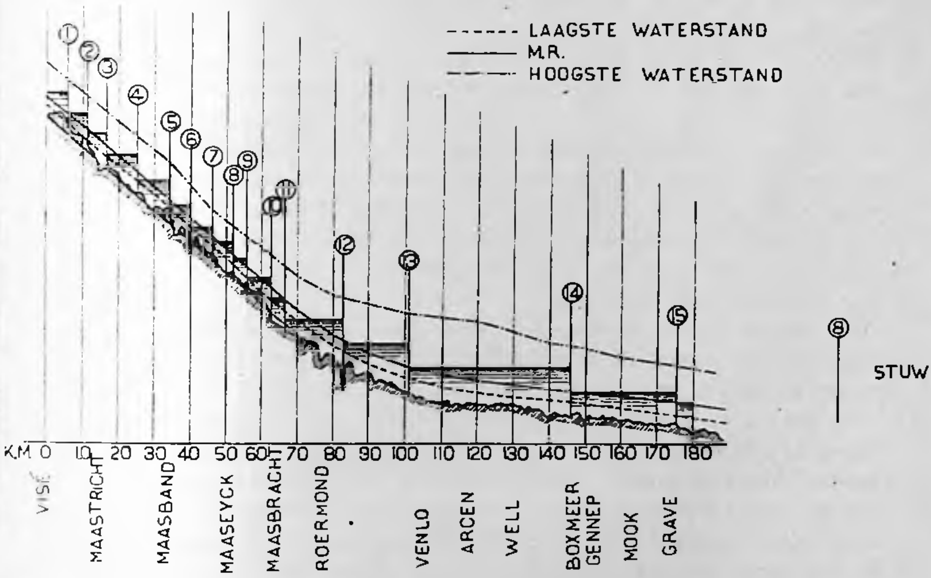


Fig. 198.

ontworpen, waaruit volgt, dat op een bovenrivier de stuwen belangrijk dichter bij elkaar liggen dan meer benedenwaarts. Zie fig. 198 (ontwerp Maaskanalisatie).

Wat de plaats der stuwen betreft, vermijde men zooveel mogelijk breede riviergedeelten, omdat de stuwen daar lang en dus duur worden; ook nauwe riviervakken leenen zich bezwaarlijk tot het plaatsen van stuwen, omdat daardoor het toch reeds te nauwe rivierbed nog meer wordt versmald en er dan dikwijls geen ruimte overblijft om naast de stuw nog een sluis te bouwen, wat ten gevolge zou kunnen hebben, dat de rivier moet worden verbreed.

Bij voorkeur zal men dus de bouwplaats voor een stuw kiezen in een riviervak van normale breedte, zonder sterke krommingen.

Men onderscheidt de stuwen in *vaste* en *beweegbare*. Vaste stuwen worden tegenwoordig weinig meer gebouwd, omdat zij, ook bij hooge rivierstanden, den waterafvoer belemmeren en dikwijls de scheepvaart onmogelijk maken, zoodat ook bij hooge standen van een schutsluis gebruik moet worden gemaakt. Alleen bij smalle, diep ingesneden bovenrivieren kunnen zij met voordeel worden toegepast.

Voornamelijk bij regenrivieren kan de waterstand soms plotseling zóó stijgen, dat de stuwen den afvoer belangrijk zouden tegenhouden; door het bouwen van beweegbare stuwen, die in korten tijd geheel kunnen worden verwijderd, kan de waterloop zijn natuurlijke gedaante weer aannemen. In den regel doen dus de stuwen alleen in den zomer dienst.

De drempel of de vloer van de stuw wordt zoo laag mogelijk gehouden, om bij hooge winterstanden het ontstaan van stroomversnellingen te voorkomen, en ook, om geen gevaar te loopen, dat de schepen er op stooten. Wordt er in de stuw een doorvaartopening voor schepen gelaten, dan komt de vloer van dat lage gedeelte slechts even boven den rivierbodem, de tijdens het gesloten zijn der stuw aan de benedenzijde bezonken stoffen worden door den stroom spoedig opgeruimd.

De breedte van een doorvaartopening wordt op groote rivieren 40 à 50 M. genomen, in verband met de breedtemaat der passeerende vaartuigen; voor smalle rivieren is deze breedte naar verhouding minder.

In den lateren tijd is men begonnen van het bij een stuw aanwezige verschil in waterstand gebruik te maken tot het opwekken van electrischen stroom. Alleen bij vaste stuwen kan van dat verschil in waterstand doorloopend partij worden getrokken; bij beweegbare stuwen kan dit slechts geschieden, zoolang de stuw in werking is, zoodat dus bij doorgaand bedrijf in den winter door andere middelen kracht moeten worden opgewekt.

§ 77. **Vaste stuwen.** Een vaste stuw bestaat uit een dam, welke gevormd wordt door een houten wand, een steenbestorting tusschen damwanden en paalrijen, een steenbestorting door een regelmatige steenbezetting afgedekt, een massieven muur van breuksteen, metselwerk of beton, en in den laatsten tijd ook door een wand van gewapend beton. Bestaat de rivierbodem uit zand of uit zachtere grondsoorten, dan mogen maatregelen om onderloopschheid tegen te gaan (damwanden enz.) niet achterwege worden gelaten.

Fig. 199 vertoont een eenvoudige, vaste houten stuw, bestaande uit op elkaar gestapelde houten balken van 0.30 × 0.30 M. zwaarte, die steunen tegen verticale stijlen, welke door schoren worden recht gehouden. Ont-

gronding door het overstortende water wordt voorkomen door den houten vloer aan de benedenzijde en een lichte steenbestorting.

In fig. 200 wordt de stuw gevormd door twee paalrijen op een afstand van ± 2 M., welke door gordingen onderling en door koppelhouten of kespen

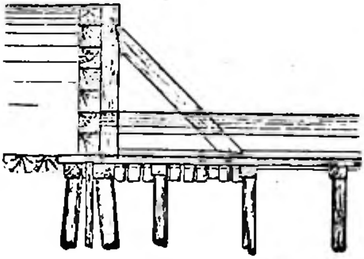


Fig. 199.

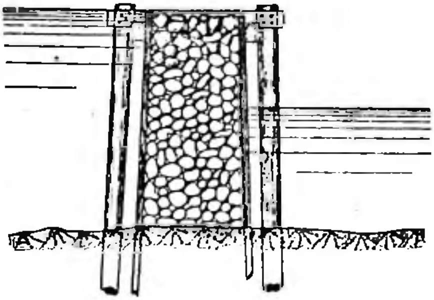


Fig. 200.

met elkaar zijn verbonden. De waterdichtheid wordt verkregen, door achter langs de gordingen een gesloten damwand te heien. De ruimte tusschen de damwanden wordt met steenen volgestort.

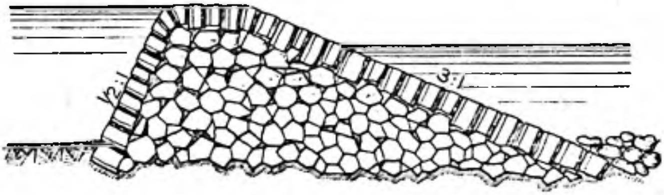


Fig. 201.

Een stuw, bestaande uit breuksteenmetselwerk, afgedekt met een geregelde zware steenbezetting, is in fig. 201 voorgesteld.

De benedenwand van de stuw vertoont een rechten of gebogen vorm, tot

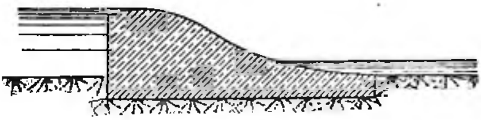


Fig. 202.

betere geleiding van het overstortende water (fig. 202). Een afwijking hiervan geeft fig. 203, waar de benedenwand zeer steil (1 : 20) is opgezet; langs den voet van den muur is een verdiept gedeelte gelaten, waardoor een water-

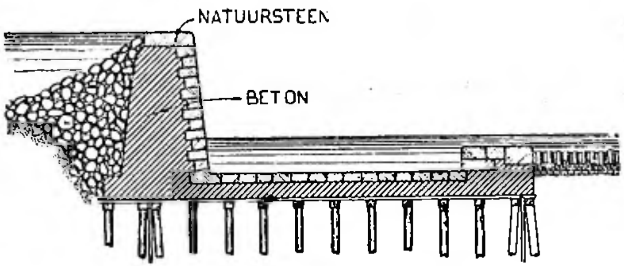


Fig. 203.

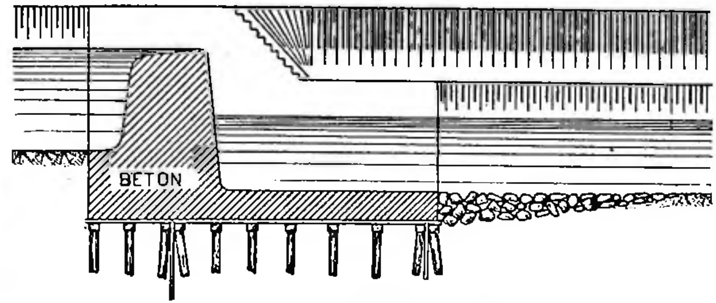


Fig. 204.

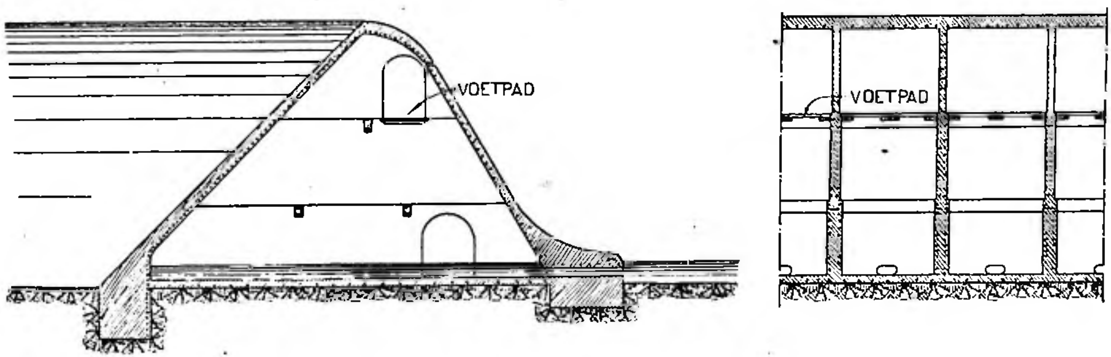


Fig. 205.

kussen gevormd wordt, waarop de kracht van het overstortende water breekt.

Een stuw van stampbeton op paalroosterwerk is voorgesteld in fig. 204, terwijl eindelijk fig. 205 de dwarsdoorsnede en lengtedoorsnede geeft van een stuw van gewapend beton.

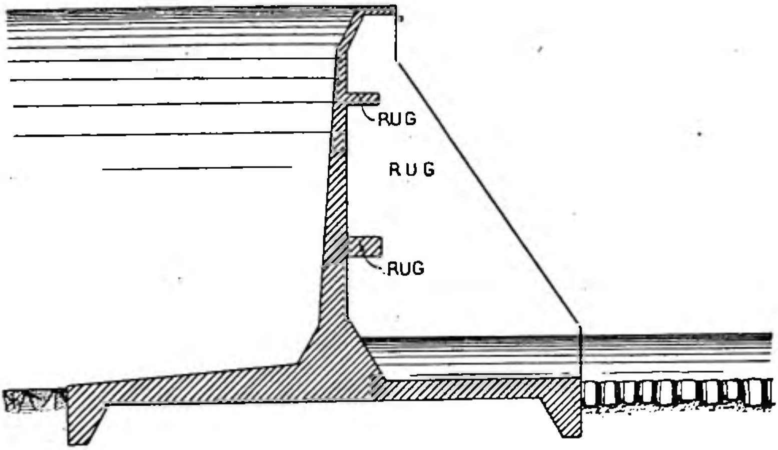


Fig. 206.

Bij stuwen met niet te groot waterstandsverschil kan met voordeel gebruik gemaakt worden van den ⊥-vorm (fig. 206); de breede voet aan de hoogwaterzijde voorkomt het kantelen van den wand, die door een voldoend aantal ruggen moet worden opgestijfd. Daar het overstortende water vrijwel

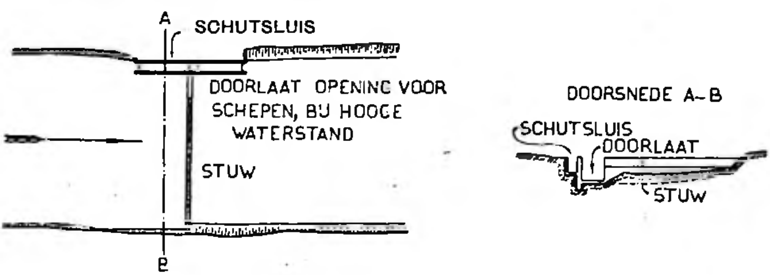


Fig. 207.

loodrecht naar beneden valt, moeten hier zeer afdoende maatregelen tegen ontgronding worden genomen.

Een enkele maal wordt een stuw gevormd door een rij geconstrueerd ijzeren jukken, waartegen een dichte beplating is aangebracht.

In plattegrond is een vaste stuw in den regel recht (fig. 207), hoewel plaat

selijke omstandigheden soms noodzaken, een anderen vorm te kiezen. Een flauw gebogen lijn of een V-vorm maken de stuw sterker en de laatste breekt beter de kracht van den stroom, maar door de meerdere lengte is zij duurder in uitvoering. De lengte-as van de stuw ligt in de meeste gevallen ongeveer loodrecht op den stroomdraad.

§ 78. **Beweegbare stuwen.** Een zeer eenvoudige vorm van beweegbare stuw is het z.g. *„schuif"* (fig. 208), bestaande uit een dubbel opgeklampt houten



Fig. 208.

schot, dat in sponningen beweegbaar is tusschen houten stijlen of steenen (metselwerk, beton) hoofden. Het op en neer bewegen der schuif geschiedt, door haar op te hangen aan twee kettingen of staaldraden, die om een houten rol zijn geslagen, welke rol door middel van een wiel wordt rondgedraaid. In den winter is de schuif geheel opgetrokken, in den zomer is zij neergelaten en vloeit het overtollige water van het eene pand op het andere af, over den bovenkant der schuif.

Voor kleine vaartuigen is het zelfs mogelijk, de stuw te passeeren door onder de opgetrokken schuif door te varen, waarna deze weer wordt neer-

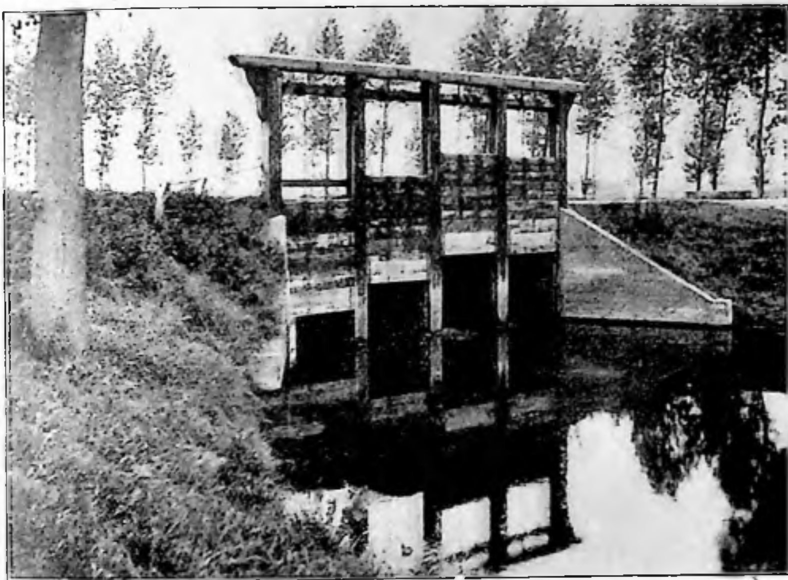


Fig. 209.



Fig. 210.

gelaten. Natuurlijk gaat hierbij veel water verloren; maar dit zal in den regel geen bezwaar zijn, daar de opstuwhoogte bij deze eenvoudige constructie niet meer dan 0.30 à 050 M. bedraagt.

Een schut of *„schutlaken"* met meerdere openingen vertoont fig. 209.

Een zeer veel voorkomende stuw is ook de *schotbalkstuw*, waarbij de stuwende wand gevormd wordt door op elkaar gestapelde schotbalken. De balken vinden steun in hoofden of pijlers van metselwerk, beton, of

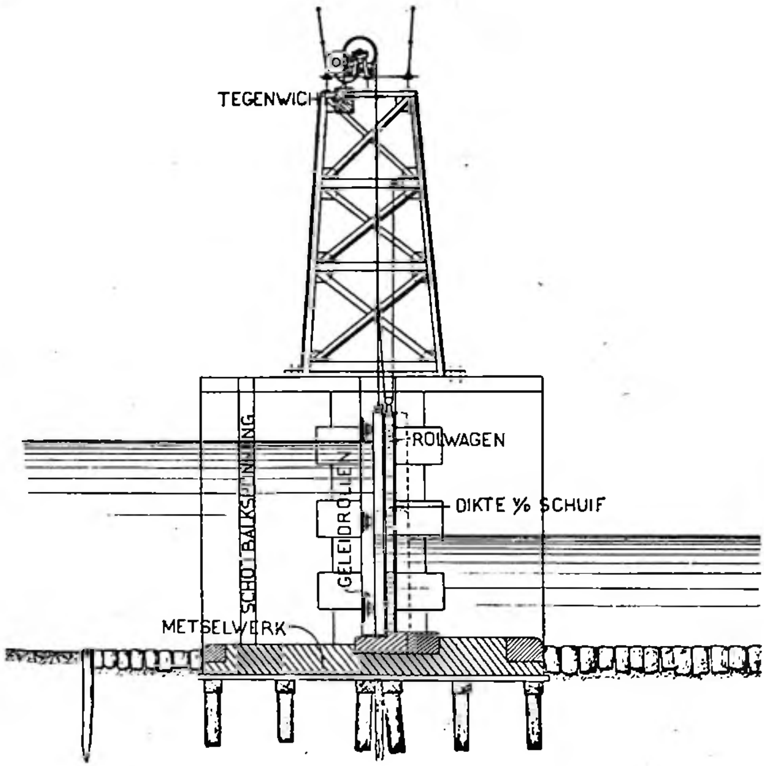


Fig. 211.

gewapend beton, waarin sponningen zijn uitgespaard (fig. 210). Door een eenvoudige inrichting wordt het opdrijven der balken belet, terwijl de hoogte van de stuw kan worden geregeld door het inbrengen of uitnemen van schotbalken. In den winter worden zoo noodig de schotbalken alle verwijderd. Ook bij schotbalkstuwen bedraagt de te keeren waterhoogte niet meer dan 1 M.

Een meer moderne toepassing van het schut is de stuw, bestaande uit pijlers, waartusschen zich in sponningen z. g. *„stoney-schuiven”* bewegen. De schuiven bestaan uit een geconstrueerd ijzeren vakwerk, voorzien van een enkele of een dubbele beplating. Zooals bekend, worden stoney-schuiven zeer gemakkelijk bewogen, daar door het toepassen van een z.g. rolwagen — die slechts de halve beweging der schuif meemaakt — de glijdende wrijving wordt omgezet in een rollende. Door het geheel of gedeeltelijk openen van een of meer schuiven kan de waterstand naar behoefte worden geregeld. (Fig. 211 en 212.)

Toch kunnen tegen het gebruik van pijlers bij het bouwen van stuwen ernstige bezwaren bestaan, omdat de vele pijlers het doorstroomingsprofiel ter plaatse van de stuw belangrijk vernauwen; wel kunnen zij van gewapend beton worden gemaakt, waardoor de dikte verminderd wordt, maar toch is het bezwaar daarmede niet geheel opgeheven en kunnen de pijlers met de daarop geplaatste jukken niet worden weggenomen, zoodat de afvoer bij hooge rivierstanden wordt bemoeilijkt.

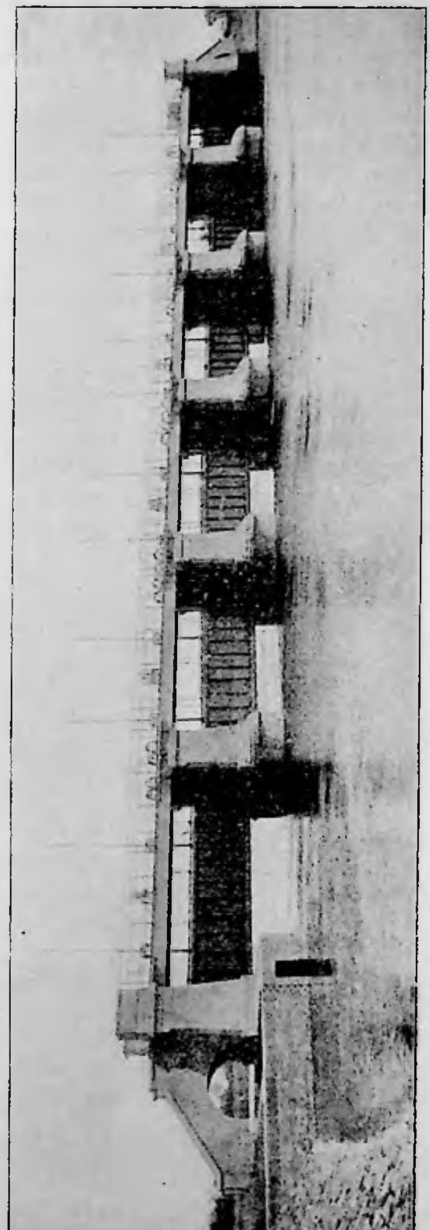


Fig. 212.

Bovendien leveren de pijlers een niet te onderschatten gevaar op bij ijsgang, daar zij dan zeer licht aanleiding geven tot het zich vastzetten van het ijs.

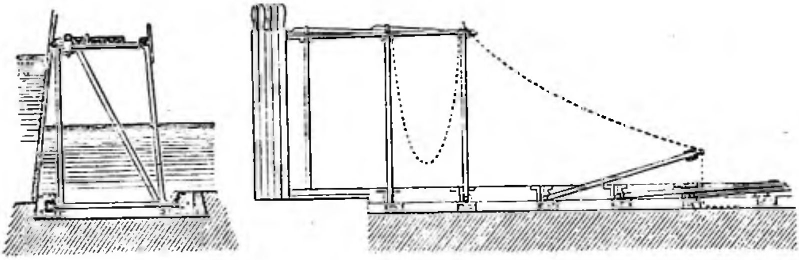


Fig. 213.

Een stuw, waarbij geen vaste tusschenpunten noodig zijn, is de *naaldstuw*. De waterkeering wordt hier gevormd door houten balken (naalden), die nagenoeg loodrecht worden geplaatst, aan de onderzijde steun vinden op den drempel van de stuw en aan de bovenzijde tegen een regel, welke

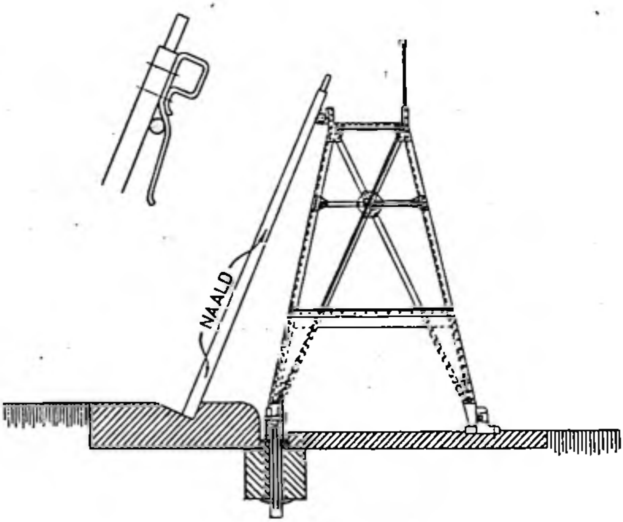


Fig. 214.

bevestigd is aan een rij geconstrueerd ijzeren jukken, die op den bodem der stuw kunnen worden neergelegd (fig. 213).

Na het wegnemen der naalden en het neerklappen der jukken is dus het volle dwarsprofiel voor waterafvoer beschikbaar.

De jukken worden met kettingen verbonden op zoodanige wijze, dat, wanneer men met het ophalen der jukken aan den oever begint, al voortgaande, telkens nieuwe jukken boven water komen (zie de figuur). De ruimte tusschen de jukken wordt overbrugd met ijzeren platen, die draaibaar aan het juk zijn bevestigd; de verbindingsijzers dienen tegelijk als bovensteunpunt voor de naalden, welker benedensteunpunt gevormd wordt door een sponning in den stuwdrempel. Door het uitnemen of inbrengen van naalden kan de waterafvoer worden geregeld. De naalden zijn aan het boveneinde van een haak voorzien, waarmede zij om de aanslagstaaf grijpen. Bij het regelen van den afvoer heeft men met een kleinen hefboom slechts het ondereinde der naald uit de sponning te lichten; de naald zelf blijft dan



Fig. 215.

op den haak hangen en kan zoo noodig later worden uitgenomen. Fig. 214 geeft de dwarsdoorsnede van een naaldstuw, terwijl fig. 215 het ophalen der neergeklapte jukken doet zien.

De nadeelen eener naaldstuw zijn, dat zij slechts een betrekkelijk kleine hoogte kan opstuwen, omdat naalden van te groote lengte en zwaarte onhandelbaar worden bij het uitnemen en inbrengen; bovendien duurt deze handeling vrij lang en is, door de onvolkomen aansluiting der naalden het verlies aan lekwater belangrijk. Dit laatste is wel gedeeltelijk te verhelpen, door de naalden een meer in elkaar passenden vorm te geven, maar dit geeft dikwijls bezwaren bij het plaatsen, wanneer de lange naalden krom getrokken zijn.

Een onmiskenbaar voordeel van de naaldstuw is de betrekkelijk lage

bouwsom en het gemakkelijk regelen van den afvoer bij gesloten stuw.

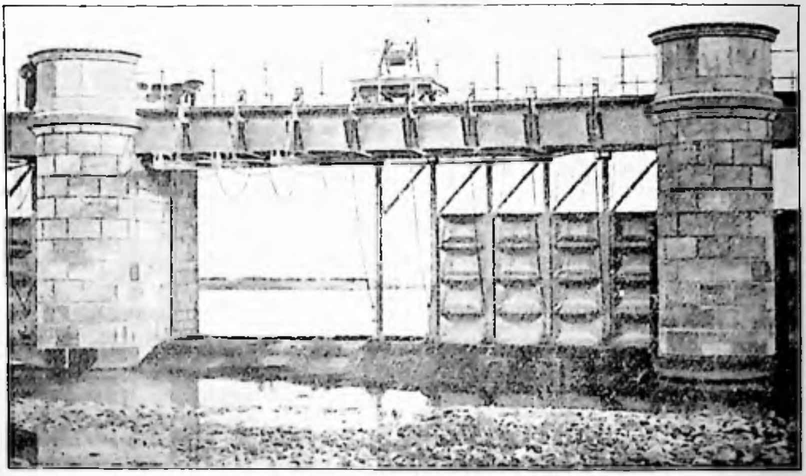


Fig. 216.

In sommige gevallen is het mogelijk, de stuw te combineeren met een brug. Bij toepassing van de gewone naaldstuw vinden de naalden een

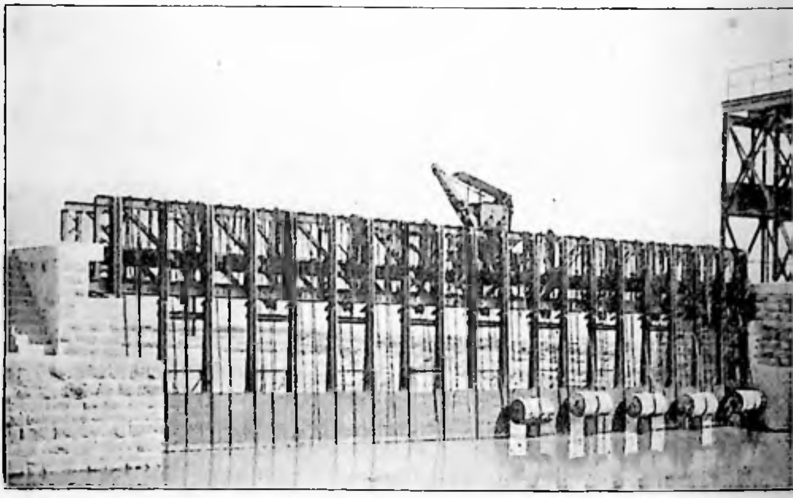


Fig. 217.

bovenaanslag tegen een der hoofdliggers van de brug; meer gebruikelijk is

echter de methode, voorgesteld in fig. 216, waarbij geconstrueerd ijzeren stijlen draaibaar aan een hoofdligger der brug zijn verbonden. Bij hooge rivier-

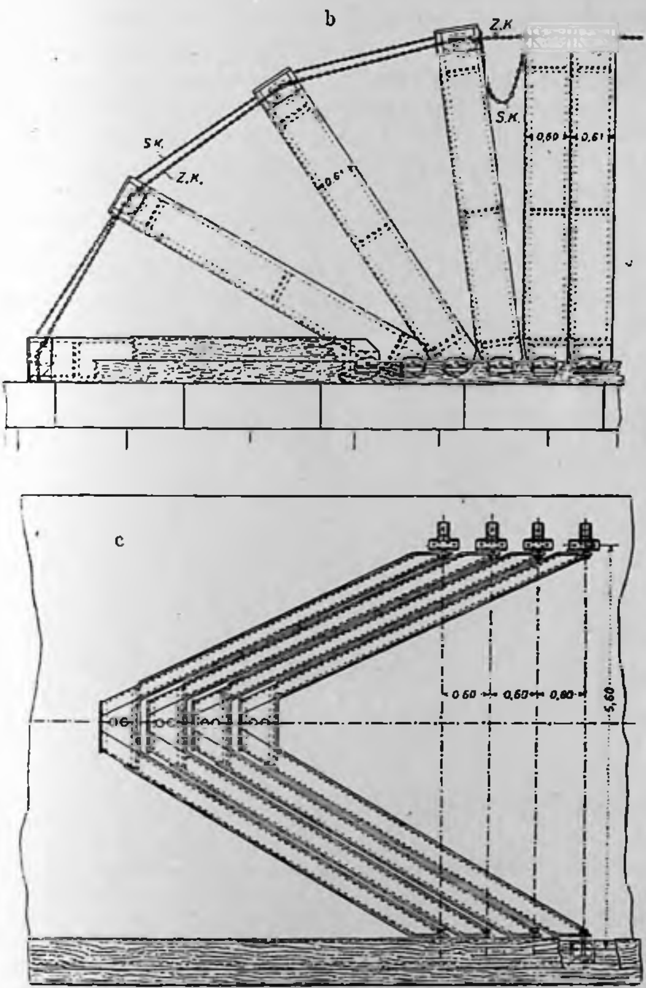


Fig. 218.

standen zijn deze stijlen horizontaal aan de brug opgehangen; bij het in werking stellen van de stuw worden zij neergelaten en vinden aan het ondereinde steun op den stuwdrempel. De openingen tusschen de stijlen kunnen nu

worden afgesloten door houten of ijzeren schotten, die op elkaar worden geplaatst en waarvan de onderste een voldoend gewicht moeten hebben om, ondanks den stroom, tot op den drempel te zakken; ook worden schotten toegepast, die ongeveer op de wijze van een rolluik worden samengesteld en bewogen. De laatste constructie is zeer doelmatig, wanneer bij gesloten stuw water moet worden afgevoerd (fig. 217).

Een brug, die met een stuw gecombineerd wordt, neemt behalve verticale krachten, ook de door den druk op de stuw veroorzaakte horizontale krachten op; bij de constructie zoowel van de brug als van de opleggingen, moet hiermede worden gerekend.

Een andere beweegbare stuw vertoont fig. 218. De stuw wordt hier gevormd door zware trapeziumvormige houten jukken, die om een horizontale as draaibaar zijn en geheel vlak op den bodem kunnen worden neergeslagen. Wegens den vorm der jukken wordt deze stuw wel *A-stuw* genoemd. De jukken zijn ± 0.60 M. breed, en evenals de jukken bij een gewone naaldstuw, aan elkaar verbonden, zoodat het opzetten en neerlaten in een kort tijdsverloop kan geschieden.

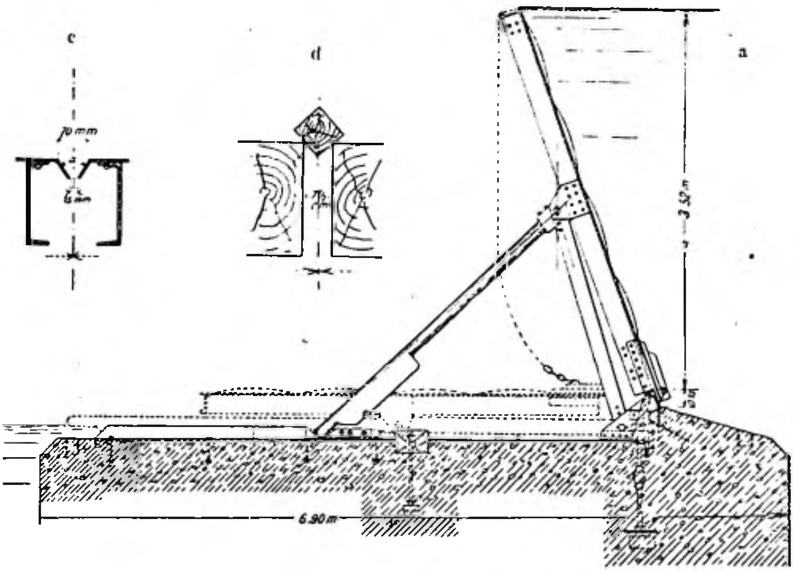


Fig. 219.

Klepstuwen bestaan uit kleppen of schotten, die vlak op den stuwdrempel worden neergeklapt en bij het in werking stellen der stuw worden opgezet,

waarbij zij aan het ondereinde steun vinden tegen een drempel op den vloer en ongeveer ter halver hoogte tegen samenklapbare ijzeren jukken. De klep is draaibaar aan het juk bevestigd. Door nu den schoor een weinig te lichten, schuift zij over de nok en komt de klep horizontaal op den bodem te liggen (fig. 219). Tusschen de kleppen blijft een opening van 6 à 10 cM., die door een overhoeks geplaatste vierkante naald wordt gedicht. (Doorsnede *c* voor ijzeren, doorsnede *d* voor houten kleppen.)

Fig. 220 geeft de dwarsdoorsnede eener stuw, waarvan het sluitingsmiddel bestaat uit een aantal sectorvormige spanten of schotten, welke aan de bolle boven- en vlakke benedenzijde van een ijzeren beplating *p*

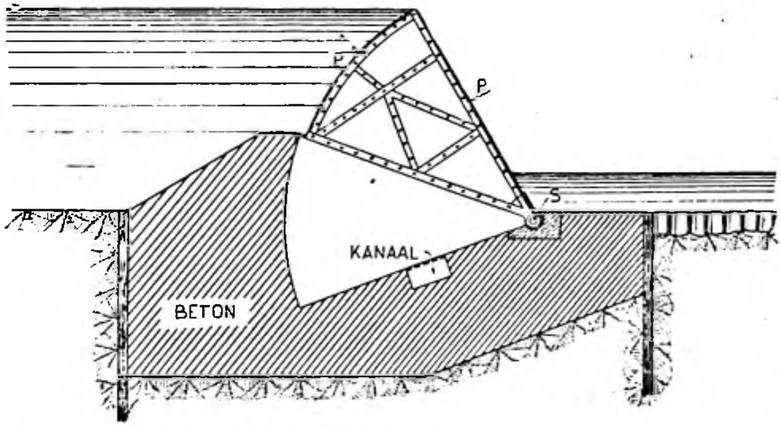


Fig. 220.

zijn voorzien. De ruimte onder de klep kan met het hooge of met het lage water in verbinding worden gebracht.

Wordt nu de kamer in verbinding gebracht met het hooge water, dan is de druk tegen de gebogen beplating aan weerszijden gelijk en blijft het samenstel, dat draaibaar is om het punt *s*, in den in de figuur aangegeven stand; wordt echter het hoogwaterkanaal afgesloten en de kamer met het water van het benedenpand in verbinding gebracht, dan zakt de klep door haar eigen gewicht tot op den bodem van de kamer neer.

Nog een andere, veel voorkomende stuw is die, waarvan in fig. 221 een voorstelling is gegeven, de z.g. *rolstuw*. De opstuwing wordt hier teweeggebracht door een plaatijzeren cylinder, die tusschen gemetselde pijlers door

middel van windwerken langs hellende vlakken op en neer bewogen wordt. Op de einden is de cylinder voorzien van een stalen band, waarin tanden zijn gesneden, welke grijpen in de op de hellende vlakken bevestigde heugels of tandreepen.

De constructie is zoodanig, dat de cylinder, als hij is opgetrokken, met den onderkant boven den hoogsten waterstand ligt, zoodat dan de afstrooming geheel ongehinderd kan plaats hebben.

Deze stuwconstructie biedt verschillende voordeelen: vooreerst geschiedt de beweging eenvoudig en vlug, levert zij bij vorst geen bezwaren op en kunnen de pijlers op grooten afstand, b.v. 60 M., worden geplaatst, terwijl,

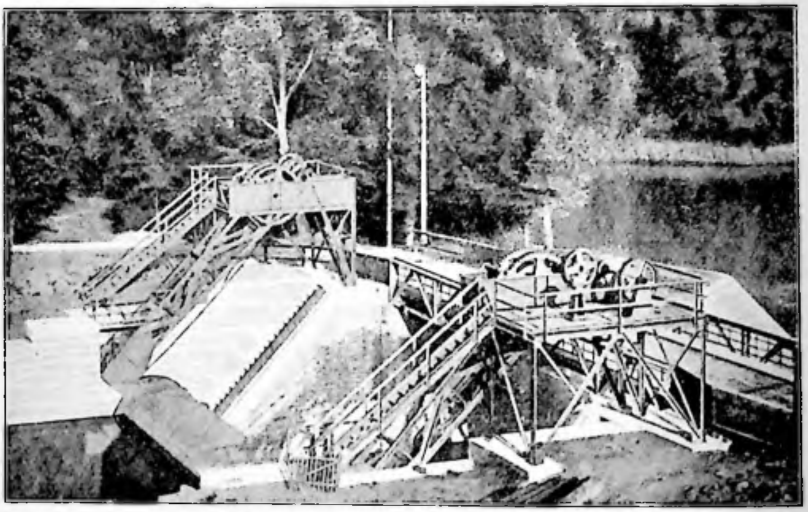


Fig. 221.

door den cylinder een weinig te doen rijzen of dalen, de afstrooming van het water behoorlijk kan worden geregeld.

Ten slotte is in fig. 222 de dwarsdoorsnede gegeven van een klepstuw, die bij verschillende stuwhoogten dienst kan doen. De klep draait om een horizontale as, en wordt aan de bovenzijde verbonden aan een balans; het geheele samenstel wordt nu zoodanig uitgebalanceerd, dat de bovenkant van de klep een bepaalde hoogte aanneemt; het te-veel aan water loopt over dien bovenkant weg. Moet nu het peilverschil van het hooge en het lage pand worden gewijzigd, dan heeft men slechts den ballast te vermeerderen

of te verminderen, hetgeen ten gevolge heeft, dat de bovenkant van de klep rijst of daalt.

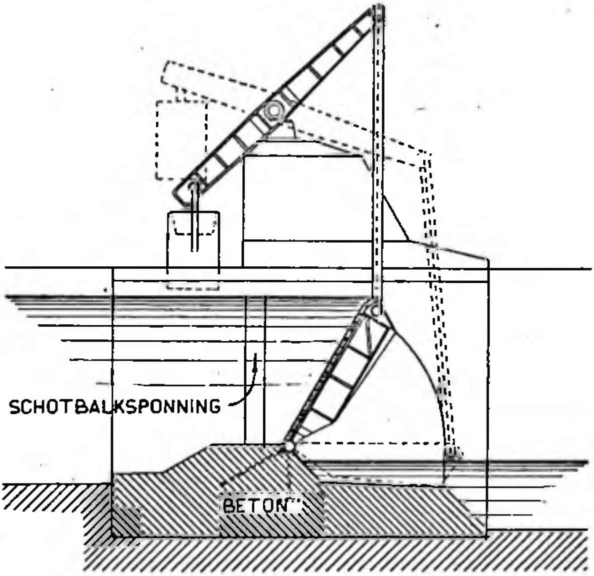


Fig. 222.

§ 79. **Schutsluizen in gekanaliseerde rivieren.** Over de schutsluizen, naast of nabij de stuwen, valt slechts op te merken, dat zij, wat constructie betreft, geen bijzondere afwijkingen van het normale sluistype vertoonen. In verband met de rivierscheepvaart is echter de vorm van de schutkolk eenigszins anders en geeft men — voornamelijk in het buitenland — de voorkeur aan een lange kolk, die dezelfde wijdte heeft als de sluishoofden, boven het ineengedrongen sluistype, waarbij de schutkolk een groote breedte verkrijgt. Voor onder eigen stoom varende schepen is dit laatste geen bezwaar, maar op de riviervaart is dit zeer hinderlijk, daar een z.g. *sleeptrein*, bestaande uit eenige groote schepen, dan geheel moet ontbonden worden om de schepen in de kolk naast elkaar te leggen, terwijl na het verlaten der sluis de trein weer geheel moet worden samengesteld. Het is daarom beter, de kolk zóó lang te maken, dat de geheele sleeptrein er in geborgen kan worden zonder dat de schepen moeten worden losgemaakt. Voor een normalen sleeptrein, bestaande uit één sleepboot met drie schepen van 100 M. lengte, moet dan een kolklengte van ongeveer 360 M. bij een breedte van 16 à 18 M. worden aangenomen. Bij het schutten van kleine schepen zou de lange schutkolk het passeeren van de sluis zeer tijdroovend maken;

daarom wordt meestal nog een midden- of tusschenhoofd aangebracht, waardoor het schutten een sneller verloop heeft.

§80. Vischtrappen. Vischsluizen. Wanneer in een rivier stuwen, hetzij vaste of beweegbare, zijn gebouwd, is de verbinding tusschen de daardoor ontstane panden verbroken en is het dus ook voor de in de rivier levende visschen niet mogelijk, zich over meerdere rivierlengte dan die van één pand te verplaatsen. En al gelukt het ook een enkelen, stroomafwaarts een stuw te passeeren, van stroomopwaarts zwemmen zal geen sprake kunnen zijn.

Toch is dit op- en afwaarts zwemmen en het zich verplaatsen van het eene vischgebied naar het andere, voor verschillende soorten van visschen in verband met hun voeding en voortplanting een besliste noodzakelijkheid; zoodat hiermede bij het bouwen eener stuw rekening moet worden gehouden.

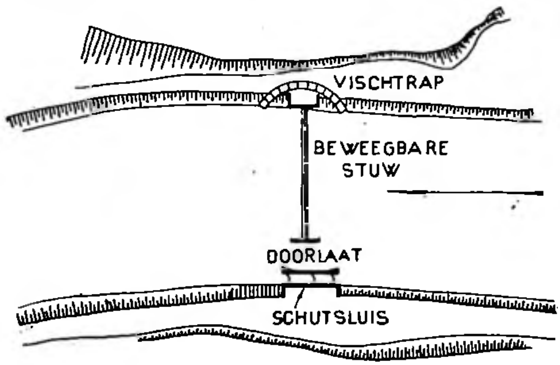


Fig. 223.

Men doet dit, door den visschen gelegenheid te geven, door het passeeren van *vischtrappen*, *vischwegen*, *vischpassen* of *vischsluizen* hun weg stroomop of -afwaarts te vervolgen.

Een vischtrap is een kanaal of goot, waarin het groote verval der stuw wordt verdeeld over meerdere trappen; de goot heeft een helling van 1 : 4 à 1 : 10 en is voorts van zoodanige inrichtingen voorzien, dat het passeeren van de trap voor de visschen geen moeilijkheden oplevert.

Het spreekt vanzelf, dat men eerst na nauwkeurige bestudeering van de gewoonten der verschillende vischsoorten, en na uitgebreide proefnemingen en waarnemingen, eenige algemeene eischen en regels heeft kunnen vaststellen, waaraan een vischtrap moet voldoen.

Bij beweegbare stuwen legt men in den regel de vischtrap om de stuw heen (fig. 223); bij vaste stuwen is het dikwijls mogelijk, de trap in de stuw zelf te bouwen op de wijze zooals fig. 224 dat aangeeft.

Men dient er voor te zorgen, dat aan het benedeneinde der vischtrap altijd nog zóóveel afstrooming is, dat de ingang van de trap door de visschen kan worden gevonden. Zij stuiten namelijk, stroomopwaarts zwemmend, op de stuw en blijven zich daar ophouden, daarbij voortdurend trachtend, een doorgang te vinden. Gelukt hun dit niet, dan gaan zij de aanliggende oevers afzoeken, en wanneer zij ook daar geen weg naar boven ontdekken, keeren zij terug, om bij een neven- of zijrivier opnieuw te trachten stroomopwaarts hun weg voort te zetten.

Men zorge er dus voor, dat bij de uitmonding van de vischtrap nog be-

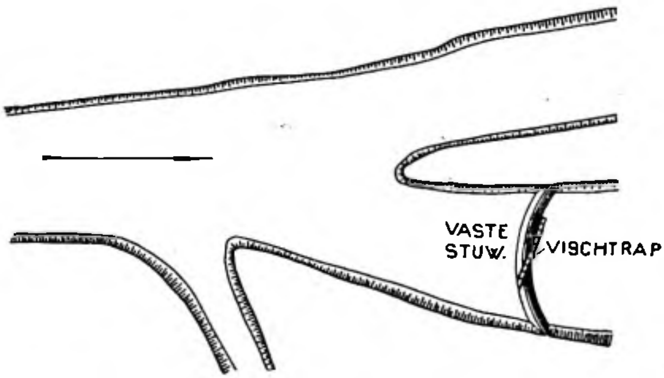


Fig. 224.

hoorlijk afstrooming aanwezig is, maar legge om bovenvermelde reden het ondereinde niet te ver van de stuw af.

Vischtrappen worden uitgevoerd in metselwerk, beton (al of niet gewapend) en in hout.

In de goot zijn muurtjes of schotten geplaatst (fig. 225), waardoor kleine panden of bekkens worden gevormd, met een ongeveer waterpas bovenvlak, zoodat de visch gelegenheid heeft om uit te rusten, en niet door den stroom kan worden weggevoerd. Een vischtrap is dus eigenlijk een kanalisatie met vaste stuwen in 't klein; ook hier loopt het water over den bovenkant der schotten of muurtjes weg. De lengte en de diepte der bekkens hangt o.a. in sterke mate af van de grootte der visschen, die den pas moeten passeeren.

Om het overgaan van het eene bekken in het andere voor de visschen gemakkelijk te maken, zijn aan de bovenzijde van muur of schot, aan de kanten bij de zijwanden, halfcirkelvormige of vierkante insnijdingen uitgespaard, hetgeen niet uitsluit, dat er voor het passeeren van de trap nog

groote krachtsinspanning van de visschen wordt geëischt en dit meer springend dan zwemmend geschiedt.

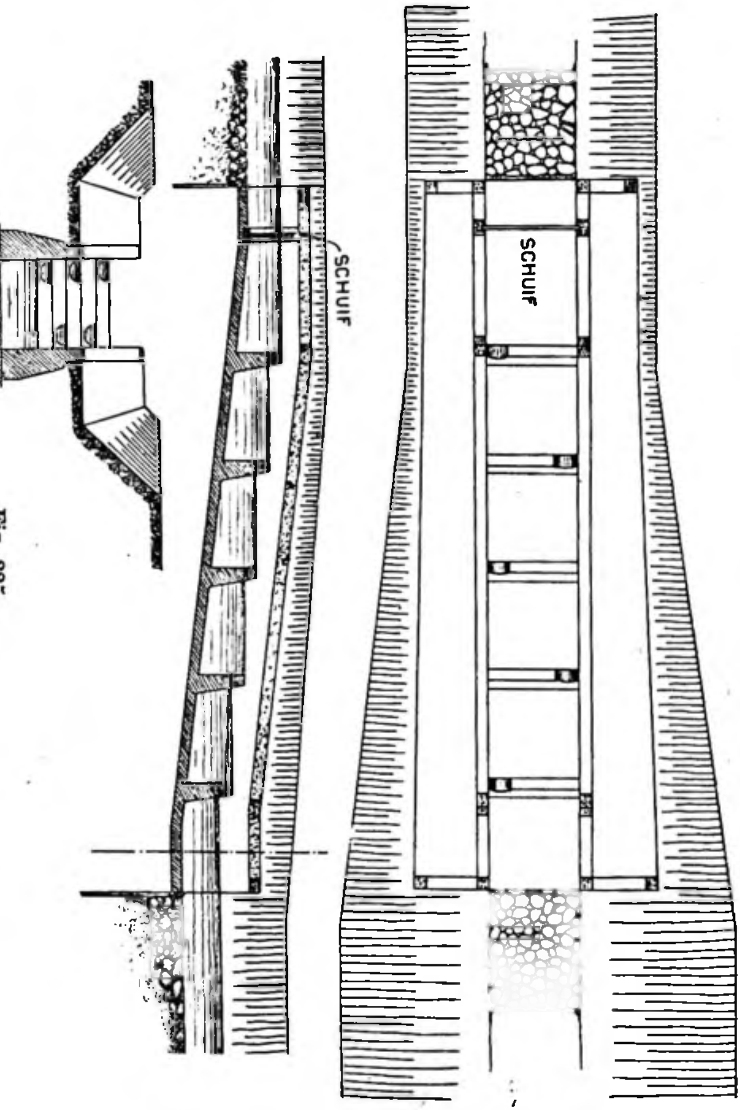


Fig. 225.

Daarom geven velen er de voorkeur aan, meer nabij den bodem openingen aan te brengen (fig. 226), waardoor de visch zich zwemmend kan bewegen. De openingen worden verspringend langs de lange wanden van

de trap aangebracht, zoodat de visch zigzagsgewijze naar boven zwemt.

Een andere manier, die voornamelijk bij houten vischtrappen wordt toegepast, is, de schotten niet tot den tegenoverliggenden wand door te trekken, maar op eenigen afstand daarvan te doen eindigen; door de openingen te doen verspringen en door de schotten een bepaalden stand te

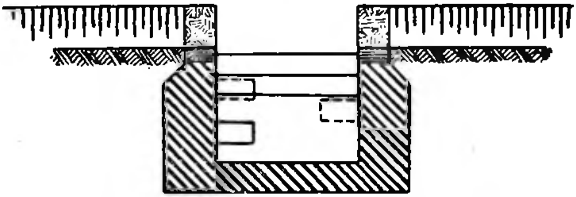


Fig. 226.

geven, maakt men den af te leggen weg langer en dus gemakkelijker (fig. 227).

Tot dit doel brengt men ook schermplanken aan (fig. 228).

De breedte-afmetingen der vischpassen loopen vrij sterk uiteen en houden verband met de hoeveelheid en de grootte der visschen, die verwacht worden.

Men vindt er van 3 M. breedte voor groote visschen (zalm e.d.), terwijl voor de z.g. „*aaltrappen*" goten van hout of beton worden aangetroffen, die slechts 0.30 M. breedte hebben.

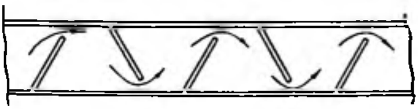


Fig. 227.



Fig. 228.

Men heeft opgemerkt, dat de stroomopwaarts zwemmende visschen, wanneer de gelegenheid zich daartoe voordoet, meermalen gebruik maken van de naast of bij de stuwen gebouwde schutsluizen.

Dit heeft sommigen op de gedachte gebracht, *vischsluizen* te construeeren. Deze bestaan uit een 3 à 5 M. lange en 1 à 3 M. breede, in de stuw ingebouwde of daarnaast aangebrachte kolk of kamer, aan de boven- en benedenzijde afgesloten door een schot of muur, op den bodem der sluis voorzien van doorlaatopeningen, die met schuiven zijn afgesloten.

Door een vernuftige inrichting bedient dit soort sluizen zichzelf. Men heeft n.l. de schuiven verbonden aan bakjes, die beurtelings gevuld en geledigd worden en door de daardoor ontstane vermeerdering of vermindering van gewicht de schuiven beurtelings openen en sluiten op zoodanige wijze, dat, wanneer de bovenschuif openstaat, de onderschuif gesloten is, en omgekeerd, zoodat de vischsluis doorloopend in beide richtingen kan worden gebruikt.

HOOFDSTUK XIX.

RIVIERHAVENS.

§ 81. **Algemeen overzicht.** De groote vlucht, die de industrie in den laatsten tijd heeft genomen, vooral in steden langs groote rivieren, heeft opnieuw doen inzien de buitengewone beteekenis van goed aangelegde rivierhavens. Er is een tijd geweest, toen men meende, dat door het toenemend spoorwegverkeer de rivierhavens hare waarde hadden verloren; maar het bleek al spoedig, dat, hoe uitgebreid het spoorwegverkeer ook werd, het vervoer te water toch nimmer kon worden uitgeschakeld, maar dat men, integendeel, alle middelen moest aanwenden, om het in staat te stellen aan de steeds hooger wordende eischen te voldoen.

Vroeger was een rivierhaven niet veel meer dan een landingsplaats op een beschutte plek aan den hollen rivieroever; door het toenemend verkeer echter en door de steeds grooter wordende afmetingen der schepen, ontstond de noodzakelijkheid, speciaal daartoe gegraven bassins als rivierhavens in te richten en van de noodige los- en laadinrichtingen te voorzien, waarbij dan zorg gedragen werd voor een goede aansluiting met het spoorwegnet. Zelfs komt het meermalen voor, dat ten behoeve van groote fabrieken, walswerken enz., havens worden gegraven, die dus uitsluitend voor een bepaald bedrijf worden ingericht.

Wanneer de rivier niet door hooge oevers is ingesloten, maar door dijken wordt begrensd, moet ook de haven worden omgeven door dijken, die de hoogste rivierstanden kunnen keeren. In verband met het spoorwegverkeer en de toegangswegen, kan dit echter zeer bezwaarlijk zijn en tot het uitvoeren van kostbare grondwerken aanleiding geven; men bouwt daarom bij den ingang van de haven wel een keersluis, die, in gesloten stand, met den rivierdijk één doorloopende waterkeering vormt. Hierdoor ontstaat echter het bezwaar, dat de haven bij hooge waterstanden ontoegankelijk is, en ook de schepen niet kunnen uitvaren, waarin kan worden voorzien door het bouwen eener schutsluis. Bij vele havens kan echter met een keersluis worden volstaan, omdat bij zeer hooge standen de scheepvaart moeilijkheden ondervindt en omdat hooge waterstanden in den regel slechts kort van duur zijn.

Hieruit volgt, dat een sluis aan den ingang van een rivierhaven in den regel openstaat.

De haveningang moet, om het in- en uitvaren mogelijk te maken, worden beschermd door in de rivier uitgebouwde havendammen, op de wijze zooals dit voor zeehavens is beschreven; de dammen kunnen echter van eenvoudiger constructie zijn. Gewoonlijk zijn het zanddammen, die onder M. R. met zinkstukken zijn verdedigd en bestort, en boven dat peil van een steenbezetting zijn voorzien; de samenstelling komt overeen met die van een krib of strekdam.

De richting der havendammen is stroomafwaarts; hierdoor voorkomt men hinderlijke stroomingen in de haven en zandafzettingen in den havenmond.

De hoek, dien de haveningang met den stroomdraad maakt, is van plaatselijke omstandigheden afhankelijk; bij bovenrivieren wisselt hij af tusschen 35° en 60°, bij benedenrivieren is de hoek veel minder scherp.

In verreweg de meeste gevallen wordt een rivierhaven gebouwd aan den hollen rivieroever, omdat daar de grootste diepte wordt aangetroffen; ook het punt, waar twee rivieren samenkomen, is gewoonlijk een geschikte plaats voor havenaanleg. Het komt echter ook voor, dat een haven wordt aangelegd aan den bollen rivieroever; men kan dan door het bouwen van een lagen strekdam de havenruimte van de eigenlijke rivier scheiden, waardoor men strooming in de haven voorkomt. Beter dan aan een hollen oever kan men de haven boven en beneden toegankelijk maken, waarbij men echter genoodzaakt zal wezen, den boveningang door een schutsluis af te sluiten om de optredende stroomingen tegen te gaan.

De wijdte van den haveningang is van omstandigheden afhankelijk. Ligt de haven onmiddellijk aan de rivier, dan is een wijdte van viermaal de breedte van het grootste te verwachten schip zeker voldoende; ligt echter de haven meer landwaarts, dan wordt de haveningang meer een havenkanaal, waarin de in- en uitgaande schepen elkaar moeten kunnen passeeren, zoodat dan een breedte van 75 à 100 M. noodig zal blijken.

Bij rivierhavens moet, méér nog dan bij zeehavens, gedacht worden aan het ontwerpen van ruime zwaaiplaatsen binnen het havengebied; want het zwaaien op een snel stroomende rivier is, vooral voor lange schepen, zeer bezwaarlijk.

Ook de vorm eener rivierhaven moet zich aanpassen aan verschillende behoeften en omstandigheden. Soms is het mogelijk, een ouden rivierarm te vergraven; altijd zal men trachten, een aanwezige watervlakte in het plan op te nemen, om het grondverzet zooveel mogelijk te beperken.

Bij het ontwerpen van nieuwe havens maakt men deze zooveel mogelijk langwerpig van vorm; om een zoo groot mogelijk aantal schepen ligplaats

te verschaffen, worden uit de lange oevers dwarskaden, tongkaden of pieren uitgebouwd, waarvan de lengte-as een rechten of scherpen hoek met de haven-as maakt, op dezelfde wijze als voor zeehavens is beschreven.

In veel gevallen is de vorm van de haven rechthoekig; soms ook past men den trapeziumvorm toe, om de langs de lange zijden der haven liggende sporen spoediger te kunnen vereenigen.

Te lange havens dienen te worden vermeden, omdat zij den bouw van beweegbare bruggen noodzakelijk maken; hierdoor worden de bouwkosten verhoogd en het scheepvaartverkeer bemoeilijkt.

De diepte van de rivierhaven is afhankelijk van de te verwachten schepen; gewoonlijk neemt men aan, dat bij den laagsten waterstand een diepte van minstens 0.30 M. onder het diepstgaande schip aanwezig moet zijn; bij nieuwen aanleg moet deze maat zeker 0.50 M. worden genomen met het oog op mogelijke verzanding.

Bij groote havencomplexen zijn niet alle havenkommen even diep, maar wordt de diepte geregeld naar de grootte der voor de verschillende havens bestemde vaartuigen.

§ **82. Vluchthavens en winterhavens.** Bij het steeds toenemend verkeer op de groote rivieren is het noodig gebleken, op niet te groote afstanden — tot 30 K.M. — havens te maken, waarin de schepen voornamelijk des winters bij storm en ijsgang een veilige ligplaats vinden. Het is wenschelijk, ook deze soort havens te verbinden met het spoorwegnet, voornamelijk ten behoeve van schepen, die een aan bederf onderhevige lading vervoeren. Moet het schip dan wegens storm of vorst langen tijd in de haven verblijven, dan kunnen de goederen gelost en per spoor verder vervoerd worden. De grootte van een vlucht- of winterhaven hangt af van de mate van verkeer op de rivier en van den onderlingen afstand der havens.

§ **83. Vlothavens.** Worden er langs de rivier houtvlotten vervoerd, dan maakt men, om deze te kunnen bergen, z.g. vlothavens; dit zijn groote, vrij ondiepe havenkommen met ruime ingangen, die in sommige gevallen stroomopwaarts gericht zijn, om het binnenloopen met de moeilijk handelbare vlotten te vergemakkelijken.

Vlothavens behoeven geen bijzondere inrichtingen; de oevers worden van stevige meerpalen voorzien om de vlotten vast te leggen, terwijl een eenvoudige sleephelling aanwezig moet zijn, om het hout op den oever te brengen en zoo noodig per spoor verder het land in te kunnen vervoeren.

Een inham in den oever of een voormalige rivierarm is dikwijls met geringe kosten tot vlothaven in te richten.

§ **84. Handelshavens.** Evenals bij handelshavens aan zee, moet er ook

bij die aan een rivier op gerekend worden, dat er voldoende terrein beschikbaar blijft voor eventueele uitbreiding. Betreffende de inrichting der havens valt op te merken, dat men de verschillende kommen uitrust in verband met de vaartuigen, die er ligplaats in vinden, en de ladingen, die er worden verwerkt.

Bij rivieren, die een mijnstreek doorsnijden, zullen b.v. de kolenhavens een belangrijk deel van het havencomplex innemen; verder treft men aan houthavens, havens voor stukgoederen, petroleumhavens enz. Deze laatste, waarin ook andere, licht ontbrandbare stoffen worden verscheept, projecteert men om begrijpelijke redenen zoo mogelijk afgezonderd van de overige havens.

De hoogte der kaden en der losplaatsen moet zoodanig zijn, dat er bij alle voorkomende waterstanden gelost en geladen kan worden. Bij de door een sluis afgesloten havens is aan deze voorwaarde gemakkelijk te voldoen; bij geheel open havens is het echter noodzakelijk, daartoe de los- en laadplaatsen op verschillende hoogten aan te leggen.

De hoog gelegen terreinen, waarop ook de verschillende loodsen worden gebouwd, bestemt men dan voor die goederen, die bij aanraking met water onbruikbaar zouden worden, terwijl de lagere gedeelten dienst doen bij het lossen of laden van steen, ijzer, erts, steenkool, zand, enz. De spoorbanen op het haventerrein legt men zooveel mogelijk watervrij.

Men bedenke echter, dat een tijdelijk onder water staan der kaden en oevers niet zoo'n overwegend bezwaar is; bij hooge waterstanden vermindert het scheepvaartverkeer belangrijk en in den regel duren de hooge standen slechts kort.

De breedte der havenkommen is zeer verschillend. Wil men langs iederen oever één schip leggen en voor een schip ruimte houden om te vertrekken of binnen te komen, dan komt men, rekenend met een speling ter breedte van één schip, op een havenbreedte van $4 \times 12 = 48$ M. Wil men meerdere schepen naast elkaar leggen, dan wordt de breedte naar verhouding grooter; bij toepassing van tong- of dwarskaden moet voor de havenbreedte minstens driemaal de lengte van het grootste te verwachten schip worden genomen.

De afwerking der oevers kan bij rivierhavens in 't algemeen eenvoudiger zijn dan bij zeehavens, omdat zware kranen en dergelijke inrichtingen hier veelal kunnen worden gemist.

Gewoonlijk zijn de taluds met natuurlijke steen verdedigd, waarin soms trappen zijn uitgespaard, en vindt men eenvoudige steigers van hout, ijzer of gewapend beton, voorzien van een werkspoor, waarop de wagens worden gereden, die door de op de schepen aanwezige kranen en lieren worden gelost of geladen.

Langs de oevers, waarlangs schepen gemeerd worden, die met lichte kranen

moeten worden gelost, bouwt men kaaimuren, waarvoor, wat de constructie betreft, hetzelfde geldt als bij zeehavens is beschreven, met dit verschil, dat gewoonlijk de afmetingen beduidend geringer zijn, in verband met de grootte der riviervaartuigen.

Evenals bij zeehavens, treft men ook bij rivierhavens aan: zwaaistoelen, meerboeien, meerpalen, trappen in kaaimuren, enz.

§ 85. **Voorzieningen bij ijsgang.** Om bij ijsgang het drijfijs buiten de haven te houden, laat men bij door sluizen afgesloten havens aan de buitenzijde schotbalken in, die men, om eenige strooming te behouden, niet geheel op den bodem laat zakken.

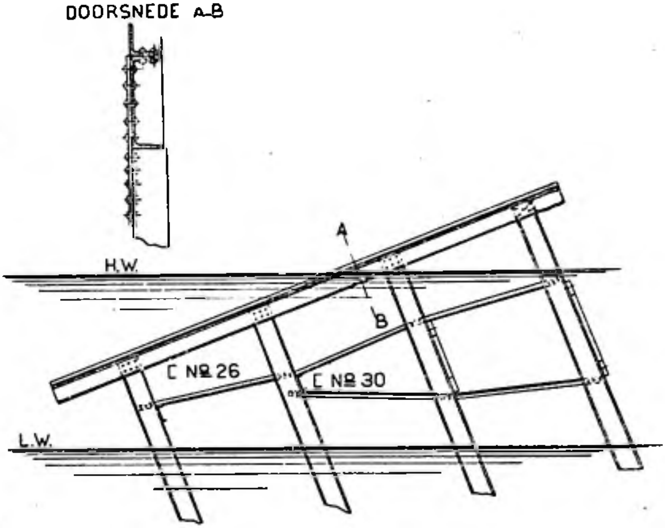


Fig. 220.

Bij open havens moet de toegang tot de haven door ijsbrekers worden opengehouden; bij aanhoudende strenge vorst wordt hiermede echter geen resultaat bereikt en wordt het scheepvaartverkeer op de rivier stilgelegd, zoodra het ijs te dik wordt om door den stroom in beweging te worden gehouden.

Het door den stroom afgevoerd wordend ijs, dat uit zeer groote scherpkantige stukken — schollen — bestaat, kan aan bruggen, pontons, steigers en verdere havenwerken belangrijke schade toebrengen.

Op de meest geschikte plaatsen, en op behoorlijken afstand (5 à 10 M.) van het kunstwerk, moeten daarom *ijsbrekers* worden geplaatst. De een-

voudigste vorm van ijsbreker is een zware paal, gesteund door twee schoorpalen. De paal is met ijzeren strippen bekleed en moet zóó sterk zijn, dat de aandrijvende schollen worden gebroken, waardoor zij onschadelijk worden.

Een enkele paal is gewoonlijk niet voldoende; beter is het, eenige jukken naast elkaar te plaatsen, waarvan de bovenliggers een hellenden stand hebben en van een ⊥- of ⊥-ijzer zijn voorzien (fig. 229). Men zorge vooral, dat de lage einden der liggers goed diep onder hoogwater reiken, want het ijs moet door den stroom op de liggers geschoven worden; door de scherpe kanten der ⊥- of ⊥-ijzers, breken de schollen in stukken en vallen aan weerszijden te water.

Om geen ijsopstopping te veroorzaken, make men het geheele samenstel zoo rank mogelijk; het verdient daarom aanbeveling, den ijsbreker van profielijzer te construeeren.

Opgave van figuren, overgenomen uit andere werken.

Fig. 45 en 128 uit een der brochures over Demarara-Greenheart, uitgegeven door Houthandel voorheen G. Alberts Lzn. & Co. te Middelburg.

Fig. 49 en 189 uit F. Wind, Landmeten en Waterpassen.

Fig. 53 t. e. m. 57, 67 en 85 t. e. m. 105 uit Jhr. R. R. L. de Muralt, Dijk- en Oeverwerken van gewapend beton.

Fig. 212 t. e. m. 221. Handbuch der Ingenieurwissenschaften III. Teil. Der Wasserbau. Zweiter Band. Stauwerke, herausgegeben von Th. Rehbock. Vierte vermehrte Auflage.

LITERATUUR-OPGAVE.

D. J. STORM BUYSING. Handleiding tot de kennis der Waterbouwkunde.

H. B. N. BOLDERMAN en A. W. C. DWARS. Beknopt leerboek der Waterbouwkunde.

M. C. KOOLE e. a. Waterbouwkundige constructies.

Ir. JHR. R. R. L. DE MURALT. Dijk- en oeverwerken van gewapend beton.

L. R. PLASSCHAERT. Oever, strand, duin en dijksverdediging.

P. J. NEYT. Sprokkelingen op Waterbouwkundig gebied.

B. J. KERKHOF. Kribben en bleeslagen.

Ir. E. VAN KONIJNENBURG. Scheiding van Maas en Waal.

F. WIND. Technische meetinstrumenten en hun gebruik.

B. HELWEG. Meten en Waterpassen.

Dr. A. A. BEEKMAN. Nederland als Polderland.

J. F. BUBENDEY. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, IIIer Teil, Ier Band. Die Gewässerkunde.

TH. REHBOCK. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, IIIer Teil, IIer Band. Wehre und Fischwege.

ED. SONNE. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, IIIer Teil, Ver Band. Binnenschiffahrt. Schiffahrtskanäle. Fluszkanalisierung.

FRANZ KREUTER. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, IIIer Teil, VIIer Band. Landwirtschaftliche Bodenverbesserungen, Fischteiche, Fluszdeiche, Seedeiche. Deichsleusen.

G. FRANZIUS. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, IIIer Teil, XIer Band, Der Hafenbau.

TIJDSCHRIFTEN.

De Ingenieur.

Bouwstoffen.

Gewapend Beton.

O(rgaan) T(echnische) A(mbtenaren) R(ijkswaterstaat).

T(echnisch) G(emeenteblad).

Centraalblad der Bouwbedrijven.

The Engineer.

Le Genie Civil.

Zentralblatt der Bauverwaltung.

REGISTER.